

डिसेंबर १५-जानेवारी २०१६

अंक ९७

शैक्षणिक सुंदर

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे,
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी,
अमलेंद्र सोमण, यशश्री पुणेकर.

विश्वस्त :

नागेश मोने, नीलिमा सहस्रबुद्धे,
प्रियदर्शिनी कर्वे, मीना कर्वे,
संजीवनी कुलकर्णी, विनय कुलकर्णी,
रामचंद्र हणवर, गिरीश गोखले.

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे.

अक्षरजुळणी व मांडणी :

यदिश ग्राफीक्स

मुखपृष्ठ मांडणी : विनय धनोकर

मुद्रण : ग्रीन ग्राफीक्स

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ९७

डिसेंबर १५- जानेवारी २०१६

पालकनीती परिवारासाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा. लि.,

फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क सोसायटी,

निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,

लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४.

फोन नं. २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com

web-site : sandarbhssociety.org

चेक 'संदर्भ सोसायटी' या नावे काढावेत.

पोस्टेजसहित वार्षिक वर्गणी : ₹ ३००/- अंकाची किंमत : ₹ ५०/-

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.



मुखपृष्ठाविषयी-

एकमेकींशी संपर्क ठेवणाऱ्या
वनस्पतींबद्दल, जगातल्या पहिल्या
बीजपेढीबद्दल या अंकात वाचा.

कव्हर ४ वर

Istvan Orosz या चित्रकाराने काढलेला
मनोरा. मोबियस पट्टीसारखा पिळवटलेला
असला, तरी त्यात बसलेल्या लोकांना
त्यामुळे काही विचित्र वाटलेले नाही!



अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ९७

- घटाघटांचे रूप आगळे - डॉ. रंजन केळकर ४
- पृथ्वीचे वय किती? - सुशील जोशी, अनुवाद : मीना कर्वे ८
- चुका करणे म्हणजे अक्कल वापरणे - रवीकान्त, अनुवाद : यशश्री पुणेकर..... १६
- उष्मगतिकीचा दुसरा नियम ! भाग -२ - फ्रँक लँबर्ट
रूपांतर : नीलिमा सहस्त्रबुद्धे २४
- आता आपण भविष्य जगतो आहोत - प्रियदर्शिनी कर्वे २८
- माणसाच्या शरीरात किती पेशी असतात? - कार्ल क्रुझेल्निकी
अनुवाद : अमलेंदु सोमण..... ३१
- वेदनाशामक औषधे - पारूल सोनी, अनुवाद : गो. ल. लोंढे..... ३४
- 📖 रंगीत मेणबत्ती सावकाश जळते का? - प्रकल्प - किरण बर्वे ३९
- काझाघानाची गोष्ट - संजीवनी कुलकर्णी ४१
- 📖 अन्नासाठी... - अ. चिं. इनामदार ४७
- 📖 रोचक, प्रेरक गणिती गप्पा - पुस्तक परिचय - किरण बर्वे ५६
- 📖 शब्देवीण संवाद ! - अँना सालेह, अनुवाद : वैशाली डोंगरे..... ६५
- सौर वादळापासून बचाव - चार्ल्स क्यू. चोइ,
अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे - फडके ६८
- जगातील आद्य बीजपेढी - ल्यूकस रोपेक, अनुवाद : प्रीती केतकर ७१
- लागवडीखालील वनस्पतींची बीजपेढी - डॉ. आनंद कर्वे ७४
- 📖 विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१६ - ७७

📖 हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

घटाघटांचे रूप आगळे

लेखक : डॉ. रंजन केळकर

प्रपंच नावाच्या १९६१ सालच्या चित्रपटात
ग. दि. माडगूळकर ह्यांनी लिहिलेले
आणि सुधीर फडके ह्यांनी गाइलेले एक
अविस्मरणीय गीत आहे -
फिरत्या चाकावरती देशी
मातीला आकार,
विठ्ठला तू वेडा कुंभार.
माती पाणी उजेड वारा,
तूच मिसळशी सर्व पसारा,
आभाळच मग ये आकारा,
तुझ्या घटांच्या उतरंडीला

नसे अंत ना पार
घटाघटांचे रूप आगळे,
प्रत्येकाचे दैव वेगळे,
तुझ्याविना ते कोणा न कळे,
मुखी कुणाच्या पडते लोणी,
कुणा मुखी अंगार,
तू वेडा कुंभार.
ह्यांतील आध्यात्मिक विचार सर्वांना
पटतीलच असे नाही, पण माडगूळकरांचे
विज्ञान मात्र अचूक आहे हे मान्य करावे
लागेले.

आकाश क्वचित्तच पूर्णपणे निरभ्र असते. आपण वर आकाशाकडे बघितले तर एखाद-दुसरा ढग आपल्या नजरेस पडतोच. मॉन्सून ऋतूत तर आकाश विविध प्रकारच्या ढगांनी भरलेले असते. पण आजच्या धावपळीच्या युगात आभाळातील घटाघटांचे आगळे रूप न्याहळून पहायला कोणाकडे सवड आहे? तरीसुद्धा वेळात वेळ काढून आकाशातील प्रत्येक ढग निराळा का दिसतो ह्यावर आपण विचार केला तर तो लाभदायक ठरेल.

ढग कसे बनतात ?

ढगांच्या निर्मितीमागची प्रक्रिया समजायला तशी अवघड नाही. कोरड्या हवेपेक्षा पाण्याची वाफ हलकी असते. हवा वर चढली की, ती प्रसरण पावते आणि थंड होते. तापमान उतरले की, बाष्प धारण करण्याची हवेची क्षमता कमी होते. म्हणून तिच्यातील वाष्प जलबिंदूंच्या स्वरूपात बाहेर पडते आणि त्या जलबिंदूंचे ढगात रूपांतर होते. जेव्हा सध्याद्रीसारखे उंच डोंगर वाहत्या वाऱ्यांच्या मार्गात अडथळा करतात तेव्हासुद्धा असेच घडते. डोंगर आड आल्यामुळे हवा वर चढते, थंड होते आणि शेवटी ढग बनतात.

ढगांचे प्रकार

आकाशाकडे आपण वेगवेगळ्या वेळी पाहिले

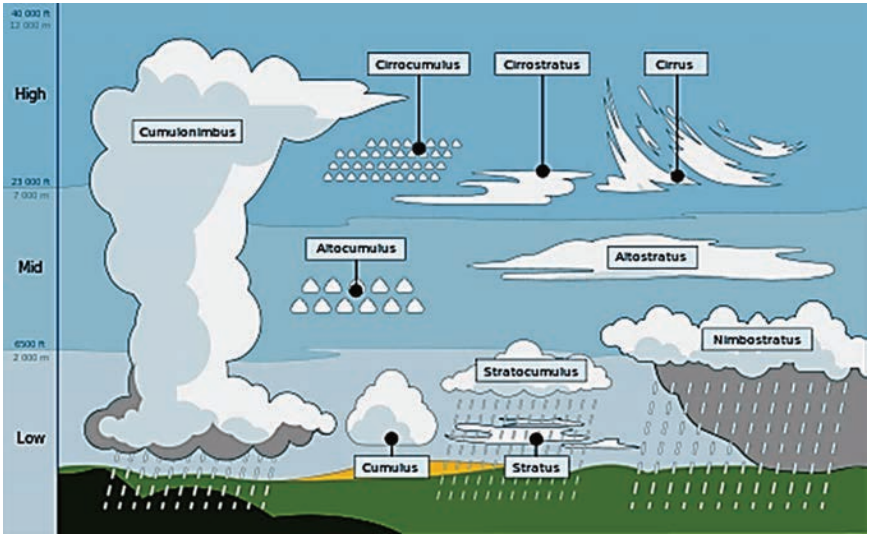
तर वेगळ्या प्रकारचे ढग दिसतात. सूर्यादय आणि सूर्यास्ताच्या समयी ढगांचे रंग झपाट्याने बदलत राहतात. काही ढगांना सोनेरी कडा असतात, पण प्रत्येकाला नाही. काही ढग लहान असतात तर काही प्रचंड. काही जमिनीपासून जवळ दिसतात, तर काही खूप दूर असल्यासारखे भासतात. काही ढग लांब पट्ट्यांसारखे असतात तर काही छोटे ढग रांगेत उभे राहिलेत असे वाटते. अनेक ढग संथपणे वाहत असतात, पण दुसरे काही ढग जलद गतीने धावून त्यांना मागे टाकत असतात.

ढगांचे वर्गीकरण दोन प्रकारे केले जाते, त्यांच्या स्वरूपानुसार आणि त्यांच्या उंचीनुसार. त्याप्रमाणे त्यांना नावे दिली गेली आहेत. ती मूळची लॅटिन भाषेतील असली तरी ती आता जगभर वापरली जातात.

स्वरूपानुसार वर्गीकरण

Cumulus ह्या प्रकारचे ढग हे कापसाच्या ढिगासारखे किंवा कॉलीफ्लावर भाजीसारखे दिसतात. त्यांचा रंग पांढरा किंवा भुरा असतो. जेव्हा आकाश स्वच्छ निळे असते तेव्हा पांढरे क्युमुलस ढग त्या निळ्या पार्श्वभूमीवर खुलून दिसतात.

Stratus म्हणजे थर किंवा स्तर. ह्या नावाचे ढग एखाद्या पांढऱ्या चादरीसारखे दिसतात. आपल्याभोवती जेव्हा आपण धुके पडलेले पाहतो, तेव्हा प्रत्यक्षात तो



जमिनीवर उतरलेला एक स्ट्रॅटस ढग असतो. हे ढग विस्तृत पण पातळ असतात.

Cirrus प्रकारचे ढग नाजूक कुरळ्या केसांसारखे किंवा पिसांसारखे दिसतात. बहुदा ते पांढरे आणि विरळ असतात. त्यांच्यातून पाऊस पडत नाही.

Nimbus प्रकारचे ढग दाट आणि भुज्या रंगाचे असतात. ते पाऊस देतात.

उंचीनुसार वर्गीकरण

ढगांचे वर्गीकरण त्यांच्या उंचीनुसारही केले जाते. जमिनीपासून ६ कि.मी. किंवा त्याहून अधिक उंचीवर असलेल्या ढगांना वरचे ढग, २ ते ६ कि.मी. उंचीवरील ढगांना मध्यम ढग आणि २ कि.मी.हून कमी उंचीच्या ढगांना खालचे ढग म्हणतात.

वरचे ढग मध्यम आणि खालच्या ढगांपेक्षा थंड असतात. त्यांचे तापमान शून्याखाली गेल्यामुळे त्यांच्यात पाण्याच्या थेंबाऐवजी हिमकण असतात. सिरस प्रकारचे ढग वरच्या ढगांत मोडतात. आकाशाकडे निरखून पाहिले तर ते सर्वांत उंच दिसतात.

मध्यम ढग पांढरे किंवा भुज्या रंगाचे असतात. त्यांना alto हे नाव जोडले जाते. उदाहरणार्थ, मध्यम उंचीच्या cumulus ढगाला altocumulus म्हणतात. तसेच मध्यम उंचीच्या stratus ढगाला altostratus म्हणतात. आपल्या देशावरील मॉन्सूनचे ढग ह्याच प्रकारचे असतात. जेव्हा cumulus ढग एका थरासारखे बनतात तेव्हा त्यांना stratocumulus म्हणतात.

गर्जना करणारे ढग

Cumulonimbus हा एक अल्पकाळ टिकणारा पण विनाशकारक ढग आहे. तो सुरुवातीस एका क्युमुलस ढगासारखा असतो पण काही मिनिटातच तो एखाद्या उंच मनोऱ्यासारखा वाढतो. त्याचा तळ जमिनीवरून १-२ कि.मी. असला तरी त्याची उंची १२-१३ कि.मी. पर्यंत किंवा त्याहूनही वरपर्यंत पोहचते.

क्युमुलोनिम्बस ढगात विजेचा लखलखाट पाहायला मिळतो. तो जर जवळ असेल तर त्यातून मेघगर्जना ऐकू येते. जमिनीवर वीज कोसळते ती ह्याच ढगातून, म्हणून तो ओळखायला आपण शिकले पाहिजे. क्युमुलोनिम्बस ढगाचा जीवनकाल केवळ अर्ध्या ते एक तासाचाच असतो. पण तेवढ्यात तो मुसळधार पाऊस देतो आणि जमिनीवर कधी कधी वादळी वाराही वाहतो. शहरात रस्त्यांवरून पाणी वाहू लागते, झाडे पडतात, आणि खेड्यात पिकांचे नुकसान होते.

क्युमुलोनिम्बस ढग इतका दाट असतो की, तो सूर्यप्रकाश परिवर्तित करतो आणि म्हणून तो दुरून पांढरा शुभ्र दिसतो. पण त्याच्या अगदी खाली असलेल्या व्यक्तीला तो काळाकुट्ट दिसतो आणि आभाळ अगदी भरून आल्यासारखे वाटते.

ढग काय दर्शवतात ?

पृथ्वीचे वातावरण चंचल आहे. ते कधीही शांत किंवा स्थिर नसते. हवा सतत एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी जात असते. पण वातावरणात असेही तरंग असतात जे आडवे नाही पण उभे वाहतात. हे उर्ध्वाधर तरंग ढगांच्या निर्मितीला आणि त्यांच्या वाढीला कारणीभूत ठरतात. म्हणून ढगांकडे बघून वातावरणातील अदृश्य प्रक्रियांविषयी आपण अनुमान लावू शकतो. मे-जून महिन्यात जेव्हा खालच्या स्तरातले कपासी मेघ आपल्याला भरधाव वेगाने पळताना दिसू लागतात तेव्हा मॉन्सूनचे आगमन जवळ आल्याचे ते चिन्ह असते. एखाद्या छोट्या ढगाची उंची अचानकपणे वाढू लागते तेव्हा त्याचे गर्जना करणाऱ्या ढगात रूपांतर होऊन वादळी पाऊस पडण्याचा तो संकेत असतो.

ढगांना पुष्कळदा स्वच्छंदी म्हटले जाते. पण प्रत्यक्षात तसे नसते. ढग दिसतात तसे का दिसतात ? ते असतात तेथे का असतात ? ते जातात तेथे का जातात ? हे कुतुहलाचे विषय होऊ शकतील, पण ह्या प्रश्नांची वैज्ञानिक उत्तरे काय आहेत हेही जाणून घेणे उपयोगी ठरेल.



लेखक : डॉ. रंजन केळकर, पुणे.

(निवृत्त महासंचालक, भारतीय हवामानशास्त्र विभाग, नवी दिल्ली)

पृथ्वी वय किती?



लेखक : सुशील जोशी • अनुवाद : मीना कर्वे

पृथ्वी केव्हा निर्माण झाली, तेव्हा तिचं रूप कसं होतं, नेहमी ती अशीच राहिली आहे की तिच्या स्वरूपात बदल होत गेले, जीवसृष्टी निर्माण होईल असं तिचं स्वरूप केव्हा झालं, जीवसृष्टीच्या आगमनानंतर तिच्यात कसकसे बदल होत गेले, असे अनेक प्रश्न मानव विचारत राहिला आहे

आणि त्यांची उत्तरंही शोधत राहिला आहे. ह्या प्रश्नोत्तरांचा आणि त्या प्रश्नांपासून उत्तरांपर्यंत पोहोचण्याचा इतिहास फारच मनोरंजक आहे. त्यावरून शास्त्रज्ञांच्या काम करण्याच्या पद्धतींविषयी आपल्याला खूप काही समजते. तर मला असं वाटतंय की तुम्हीही ह्या प्रवासात सामील व्हावं अन्

त्याची मजा लुटावी ! आता ही मजा घेताना प्रश्नांचं उत्तर काय मिळालंय ह्याची जास्त चिंता करायची नाही, किंवा ते उत्तर किती बरोबर आहे वा चूक आहे हे बघायचं नाही, तर ते उत्तर मिळवण्याच्या दिशेने शास्त्रज्ञांनी कशी पावलं टाकली आहेत ते मुख्यतः बघायचंय !

शोधायची प्रक्रिया

पृथ्वीचे वय हा एक खास प्रकारचा प्रश्न आहे. हल्लीच्या स्थितीत पोहोचायला पृथ्वीला किती वर्षे लागली असतील ह्याची गणना करण्यासाठी, ती प्रक्रिया परत सुरू करण्याची आशा काही आपण कोणी बाळगू शकत नाही. आपल्याजवळ फक्त पृथ्वीच्या सद्यस्थितीची माहिती आहे. आपल्याला काही नियम, काही प्रक्रिया ह्यांची माहिती आहे. ह्या नियमांचा वापर करून आपण पृथ्वीच्या वयाचा अंदाज लावू शकतो हे खरं आहे ! पण आपल्याला हे गृहित धरले पाहिजे की हे नियम, प्रक्रिया भूतकाळातही अशाच लागू असल्या पाहिजेत.

विज्ञानाच्या ह्या नियम आणि प्रक्रियांच्या एकरूपतेला सिद्धांत स्वरूपात व्यक्त करण्याचे काम जेम्स हटन, चार्ल्स लायल इ.नी केले होते. ह्याचा अर्थ हा की आज जे नियम लागू होतात ते भूतकाळावरही अशाच प्रकारे लागू केले जाऊ शकतात. ह्याला 'एकरूपता वाद' म्हटले गेले. ह्याचं

एक टोकाचं स्वरूप असं होतं की आज निसर्गात ज्या प्रक्रिया चालू आहेत त्या तशाच स्वरूपात भूतकाळातही चालत असल्या पाहिजेत. पुढे आपण बघणारच आहोत की नियमांची एकरूपता तर सिद्ध झाली आहे, पण प्रक्रियांच्या एकरूपतेविषयी अनेक शंका आहेत. खरं सांगायचं झालं तर पृथ्वीच्या वयाचा शोध घेताना हा एक महत्त्वाचा टप्पा राहिला आहे.

दुसरी गोष्ट अशी की पृथ्वीची आजची स्थिती सुरुवातीच्या कोणत्या स्थितीपासून इथपर्यंत पोहोचली आहे ह्याची आपल्याला माहिती नाही. म्हणजे न्यूटनच्या पद्धती लागू करणं कठीण आहे. कारण ह्यामध्ये आपल्याला पृथ्वीची प्रारंभिक स्थिती माहिती असलीच पाहिजे. तरच आपण नियम लागू करून वर्तमान स्थितीपर्यंत पोहोचण्यास किती काळ लागला असेल हे सांगू शकू. पण आपल्याला तर प्रारंभिकस्थिती विषयी काहीच कल्पना नाही, मग आपण सुरुवातीला पृथ्वी कशी असेल ह्याचे अंदाज बांधायला लागू. मग आजकालच्या नियमांनुसार आपण गणना करायला सुरुवात करू की सुरुवातीच्या स्थितीपासून आजच्या परिस्थितीपर्यंत यायला किती काळ लागला असेल? तर पृथ्वीच्या वयाची माहिती मिळवण्यासाठी कोणत्याही प्रक्रियेत -

• आजच्या कोणत्याही परिस्थितीचे निरीक्षण केले पाहिजे.

• सुरुवातीची परिस्थिती कशी असेल ह्याची तर्कसुसंगत मान्यता घेतली पाहिजे.

• ह्या परिस्थितीत परिवर्तन होण्याचे नियम शोधून काढले पाहिजेत.

• ह्या नियमांचे पालन करून सुरुवातीच्या स्थितीपासून आजच्या स्थितीपर्यंत आपण कसे व किती काळात पोहोचलो हे पाहिले पाहिजे, ह्याची गणना केली पाहिजे.

आपल्या आता हे लक्षात आलंच असेल की हा सगळा मामला काही नियम, काही प्रक्रिया आणि काही मान्यता (गृहीतके) ह्या सगळ्यांवर अवलंबून आहे. जर गृहीतके (मान्यता) खरी असतील तर बरोबर निष्कर्षाप्रत पोहोचण्याची आपण आशा करू शकतो पण आपल्याला कळणार कसं की आपण जे गृहीत धरलं (मान्य)



लॉर्ड केल्विन

केलं आहे ते बरोबर आहे?

ज्या गोष्टी आपण मान्य केलेल्या आहेत त्या बरोबर किंवा चूक आहेत ह्याचा निर्णय आपण कसा घेणार?

वेगवेगळ्या धर्मांच्या परंपरांनुसार काढलेल्या निष्कर्षांकडे आणि गणनांकडे मी जाऊ इच्छित नाही. कारण त्यामागे त्यांनी काय आधार गृहीत धरले होते अन् कोणत्या गोष्टी त्यांनी मान्य केल्या होत्या हे आपल्याला माहीत नाही. तर आपण लक्ष देणार आहोत ते फक्त आधुनिक विज्ञानाच्या तत्त्वानुसार केलेल्या प्रयत्नांकडे ! ह्या प्रयत्नांमधून एक गोष्ट आणखी स्पष्ट दिसून येते. ती म्हणजे वैज्ञानिकांसमोर जेव्हा एखादा प्रश्न उभा राहातो, तेव्हा त्या प्रश्नाविषयी संपूर्ण माहिती मिळण्याची वाट ते बघत नाहीत. ते उपलब्ध ज्ञानावर आधारित कल्पना विकसित करतात आणि काही निष्कर्ष काढतात आणि मग ह्या निष्कर्षांना कोण काय आव्हानं देताहेत ह्याची वाट बघतात.

पहिला प्रयत्न

तर आता पहिल्यांदा केल्या गेलेल्या एका व्यवस्थित प्रयत्नापासून सुरुवात करू या. खरं सांगायचं तर ह्या प्रयत्नांमधून जे उत्तर मिळालं होतं ते चुकीचं आहे हे लवकरच सिद्ध झालं. पण ह्या प्रयत्नांचं एक वैशिष्ट्य असं की त्यातून पुढे अनेक मार्ग खुले झाले. हा प्रयत्न केला होता, विलियम थॉमसनने

१९ व्या शतकाच्या उत्तरार्धात (१८६२). विलियम थॉमसनला लोक लॉर्ड केल्विन ह्या नावाने ओळखत होते. तर आता बघू या केल्विन कसे पुढे गेले आणि कुठे पोहोचले!

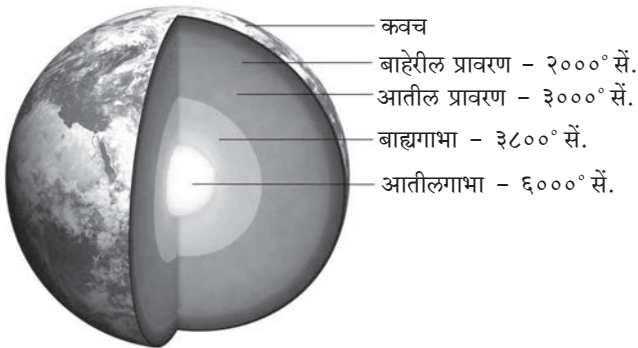
केल्विननी पृथ्वीचे वय जाणण्याकरता उष्णतेचा आधार घेतला होता. त्यांनी असं गृहीत धरलं होतं की पृथ्वी आणि सूर्य एकाच वेळी तयार झाले. म्हणजेच आपली पृथ्वी सुरुवातीला रक्त-तप्त नाही तर श्वेत-तप्त आणि द्रव रूपात होती. त्यानंतर ती थंड होऊ लागली. हे गृहीतक साधारण बरोबरच आहे असं वाटतं.

वर्तमान काळात पृथ्वीच्या केंद्रीय भागाकडून पृष्ठभागाकडे असलेल्या तापमानाचा क्रमवार पॅटर्न (ढाचा) आहे. (चित्र २) तर श्वेततप्त तरल अवस्थेतून हल्लीच्या क्रमवार पॅटर्नपर्यंत पोहोचायला किती वर्षे लागली असतील? ह्याची मोजणी

करण्यासाठी आपल्याला हे बघावं लागेल की पृथ्वीला उष्णता कुठून-कुठून मिळते (म्हणजेच उष्णतेचे स्रोत) आणि पृथ्वीवरून उष्णतेचा व्हास कोणकोणत्या प्रकारे होतो आहे. त्यासाठी आपल्याला हे माहीत असायला हवे की पृथ्वीच्या अंतर्गत भागापासून पृष्ठभागापर्यंत उष्णतेचे स्थानांतरण कोणत्या प्रमाणात होते. मग आपल्याला हेही माहीत असायला पाहिजे की पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ किती आहे आणि त्यापासून उष्णतेचा व्हास कोणत्या प्रमाणात होतो. त्याचबरोबर हेही लक्षात ठेवले पाहिजे की पृथ्वीला सूर्यापासून अखंड उष्णता मिळत असते.

१८९९ साली प्रकाशित झालेल्या शोधनिबंधात केल्विनची दोन प्रमुख गृहीतकं होती.

१) पृथ्वीमध्ये आपला स्वतःचा उष्णतेचा स्रोत नाही. म्हणजे पृथ्वी (एकदा)



पृथ्वीच्या केंद्रभागापासून पृष्ठभागापर्यंतच्या तापमानाचा तक्ता.

तयार झाल्यानंतर तिच्यामध्ये असलेली उष्णता फक्त पसरत गेली आहे. सूर्यापासून तिला थोडीबहुत फार उष्णता मिळत असे इतकंच !

२) पृथ्वीच्या अंतर्गत केंद्रापासून पृष्ठभागापर्यंत उष्णतेचे स्थानांतरण नियमानुसार होत आले आहे.

हे सगळे हिशोब वगैरे करून त्यांनी असा निष्कर्ष काढला होता की पृथ्वी कमीत कमी २ करोड वर्ष जुनी आहे व जास्तीत जास्त ४० करोड वर्ष ! म्हणजेच केल्विनच्या मतानुसार पृथ्वीचे वय २ ते ४० करोड वर्ष ह्यामधील असले पाहिजे.

त्यांनी असंही अनुमान काढलं होतं की सूर्य १० ते ५० करोड वर्षांपासून अस्तित्वात आहे. त्यांच्या मते सूर्य ५० करोड वर्षांपेक्षा जास्त मोठा असूच शकत नाही. सूर्याचे वय काढते वेळी त्यांनी सूर्याच्या उष्णतेचा स्रोत कोणता असेल ह्याकडे जास्त लक्ष दिले, त्यांनी हे गृहीत धरले होते की सूर्याची उष्णता ही गुरुत्वाकर्षणामुळे आहे सूर्य हा वायूचा गोळा आहे अन् तो आपल्या गुरुत्वाकर्षणामुळे आकुंचन पावतो आहे. जेव्हा वायू आकुंचन पावेल तेव्हा त्याचे तापमान वाढेल. म्हणजेच केल्विनच्या गणनेचा आधार हा होता की सूर्यामध्ये गुरुत्वाकर्षणामुळे उष्णता निर्माण होते आहे आणि ती उष्णता विकिरण क्रियेमुळे विखुरली जाते आहे. ह्या दोन प्रक्रियांच्या कालमानावर

आधारित केल्विनने असा निष्कर्ष काढला की सूर्य फार फार तर ५० करोड वर्ष वयाचा असावा !

जवळपास ह्याच वेळी भौतिक शास्त्रज्ञ हर्मन फॉन हेल्महोल्टज (१८५६) आणि खगोल शास्त्रज्ञ सायमन न्यूकॉम्ब (१८९२) ह्या दोघांनी आपापले आकडे प्रसिद्ध केले. ह्या दोघांच्या गणनेचा आधार हा होता की सूर्य हा वायूच्या एका ढगापासून निर्माण झाला आहे. तेव्हा त्या ढगातून निर्माण झाल्यापासून सूर्याचे आताचे चमकणाऱ्या गोळ्याचे जे स्वरूप आहे ते तयार व्हायला किती काळ लागला असावा? हेल्महोल्टजचा आकडा होता २.२ करोड वर्ष तर न्यूकॉम्बचा आकडा होता १.८ करोड वर्ष.

हल्ली आपण मानतो की पृथ्वी जवळपास ४२० करोड वर्ष जुनी आहे. म्हणजे ह्या लोकांचे आकडे हल्ली मान्य असलेल्या आकड्यापेक्षा १०० पटीने वेगळे होते आणि अगदी लगेचच त्यांच्या गृहीतकातली चूक लक्षात आली. पहिली चूक केल्विनने एका अशा गोष्टीमध्ये केली जी त्यावेळी सर्वांना माहित होती, पण केल्विनला ती इतकी महत्त्वाची वाटली नाही. अन् दुसरी चूक समजण्याचे कारण दुसऱ्याच विषयातल्या संशोधनाचा परिणाम होता. सांगायचं तात्पर्य काय तर केल्विनने ज्या काळी गणनेचा विचार केला तेव्हा एका अशा गोष्टीची माहितीच नव्हती की जिचा गणनेच्या

प्रक्रियेवर मोठा परिणाम होणार होता. ही प्रक्रिया होती, परमाणूच्या विखंडनाची - जिचा शोध १९ व्या शतकाच्या शेवटी शेवटी लागला !

ह्याच प्रकारे लवकरच कळणार होते की सूर्याची उष्णता केवळ गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावामुळे होणाऱ्या आकुंचनामुळे तयार होत नाही. एडिंग्टननी स्पष्ट केले होते की सूर्याच्या उष्णतेचा प्रमुख स्रोत परमाणूंचे संलयन म्हणजे एकमेकांशी जोडले जाणे, हा आहे. हायड्रोजनचे दोन परमाणू एकत्र जोडले जाऊन हेलियम निर्माण करतात. ह्या प्रक्रियेमध्ये $E = mc^2$ ह्या प्रसिद्ध समीकरणानुसार प्रचंड ऊर्जा निर्माण होते. सूर्याची उष्णता आणि प्रकाश ह्यासंबंधी जसे नवे ज्ञान मिळाले तसे हेलमहोल्टज अन् न्यूकॉम्ब ह्यांचीही अनुमाने निकालात निघाली.

पण त्यांची पद्धती तर बरोबर होती. आणि पुढेही ह्याचाच उपयोग करून पृथ्वीच्या वयाविषयी अंदाज केले गेले. फरक फक्त एवढाच झाला की ह्या प्रक्रियांबद्दल अधिकाधिक माहिती मिळत गेली आणि काही नवे नियम आणि नव्या प्रक्रिया माहिती झाल्या, त्यामुळे अधिक ज्ञान जमा होत गेले.

आणखी काही पद्धती

केल्विनच्या आकड्यांना मिळालेल्या

आव्हानांवर नजर टाकण्याआधी त्यावेळी आणखी कोणत्या पद्धती वापरल्या गेल्या व त्यांचे काय काय निष्कर्ष निघाले हे बघणेही मनोरंजक ठरेल. ह्यामधील काही आकडे केल्विनच्या आकड्यांच्या खूपच जवळ होते.

चार्ल्स डार्विन यांचे सुपुत्र जॉर्ज डार्विन यांचे उदाहरण घेऊ. त्यांच्या मते चंद्र आणि पृथ्वी अस्तित्वात आले तेव्हाच ते एकमेकांपासून तुटून वेगवेगळे झाले होते अन् त्यावेळी ते दोन्ही द्रव अवस्थेत होते. म्हणजेच हे दोघं एकाच पिंडाचे दोन तुकडे आहेत. तुटल्यानंतर ते दोघं एकमेकांपासून दूर होत गेले. चंद्रामुळे भरती - ओहोटी होते. त्याच्या आकर्षणामुळे पृथ्वीवर दिवस-रात्रीचे चक्र २४ तासांचे बनले, हे चक्र तयार व्हायला किती वर्षे लागली असतील आणि चंद्राला पृथ्वीपासून इतके अंतर दूर जाण्यासाठी किती काळ लागला असेल; ह्याची मोजणी जॉर्ज डार्विन यांनी केली. माझ्या मते ही मोजणी करण्यासाठी त्यांना खूपच गणितीय डोकेफोड करावी लागली. ती केल्यानंतर जो आकडा आला तो होता ५.६ करोड वर्षे ! आपल्याला कळेलच की हा आकडा केल्विनच्या आकड्याच्या बराच जवळ होता.

पण बाकीच्या लोकांनीही काही डोळ्यांवर पट्टी बांधली नव्हती. केल्विन, हेलमहोल्टज व न्यूकॉम्ब यांच्या गृहीतांवर

लवकरच प्रश्नचिन्ह उभे राहू लागले. एक गोष्ट मात्र नक्कीच उल्लेखनीय आहे अन् ती गोष्ट टाळून आपल्याला पुढे जाताच येणार नाही.

पृथ्वीचे वय ही तशी काही फार महत्त्वाची बाब नाही. ती १६ हजार वर्षे वयाची असो वा १० अब्ज साल, काय फरक पडतो? परंतु १९ व्या शतकात काही अशी निरीक्षणं व्हायला लागली की त्यांच्या योग्य निष्कर्षासाठी पृथ्वीचे वय माहीत असणे अत्यंत आवश्यक होते आणि काही काही निरीक्षणांवरून तर असे स्पष्ट होऊ लागले की पृथ्वी खूप-खूप वर्षांपासून अस्तित्वात असली पाहिजे, त्याशिवाय आज तिचे जे स्वरूप आहे त्या स्वरूपासारखी ती घडणे शक्यच नव्हते.

भूगर्भ शास्त्रज्ञांनी (जिऑलॉजिस्ट) १७



झाडाचे खोड आणि मुळाचा जीवाश्म

व्या शतकापासून पृथ्वीच्या अंतर्भागाच्या संरचनांचा शोध घेण्यास सुरुवात केली होती. त्यावरून असे लक्षात आले की जसजसे आपण जास्त खोल जातो तसतसे आपल्याला वेगवेगळ्या स्वरूपांचे थर (स्तर) आढळून येतात. अन् ह्या वेगवेगळ्या स्तरांमध्ये आपल्याला जीवाश्मांचे अवशेष सापडतात. ह्यामधील काही जीव तर आज पृथ्वीवर अस्तित्वातच नाहीत. ह्या आधारे आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की पृथ्वीवर प्रत्येक स्तरावर जीव अस्तित्वात येत गेले अन् नाहीसे होत गेले. म्हणजे धरतीच्या इतिहासात जीवांचासुद्धा एक क्रमवार इतिहास आहे.

ह्या अभ्यासाच्या आधारे ह्या स्तरांशी संबंधित काही सामान्य नियम तयार करता येऊ लागले. उदा. एक नियम असा होता

की सर्वात वरचा स्तर सगळ्यात नवीन आहे आणि जसजसे आपण खाली खाली जाऊ तसतसे एकामागून एक सापडणारे स्तर हे प्राचीन आहेत.

स्तरांची संरचना आणि त्यांच्या मधील संरचना बघून असा निष्कर्ष निघाला की हे स्तर एका समांतर स्थितीत तयार होतात आणि जर एखादा स्तर तिरपा असेल तर नंतर झालेल्या भूगर्भीय

हालचालीमुळे तो असा झाला असावा. ह्या तिरप्या अवस्थेमुळे प्रत्येक स्तराच्या वयाचा अंदाज आपल्याला येऊ शकतो.

वेगवेगळ्या ठिकाणच्या स्तरांच्या उंचवट्यांवर एकसारखेच जीवाश्म सापडले तर ते स्तर एकाच काळाचे असेल पाहिजेत असाही अंदाज भूगर्भशास्त्रज्ञांनी पृथ्वीच्या वयाच्या अंदाज बांधायचे प्रयत्न केले होते. उदा. एक प्रयत्न असा होता की अशा उंचवट्यांच्या एका स्तराला तयार होण्यास साधारण किती काळ लागला असेल? नंतर किती स्तर जमले आहेत यांची मोजणी करून एवढे स्तर तयार व्हायला किती काळ लागला असेल ह्याचे ढोबळ अनुमान आपण काढू शकतो.

दुसरा प्रयत्नही तितकाच उल्लेखनीय आहे. समुद्राचं पाणी खारट असतं हे तर सर्वांनाच माहीत आहे. हे खारेपण प्रवाहांद्वारे रस्त्यामध्ये क्षार पाण्यात मिसळतात आणि हे घुसळलेले क्षारयुक्त पाणी समुद्रात आणून टाकतात. तर आजच्या काळात नद्यांकडून समुद्रात दरवर्षी किती क्षार मिसळले जातात हे आपण मोजू शकतो. त्या आधारे आज समुद्रात खारेपणाचे जे प्रमाण आहे ते तयार व्हायला किती वर्ष लागली असतील हे आपण मोजू शकतो.

वस्तुतः पुढे मात्र भूगर्भीय स्तर व समुद्राची क्षारयुक्तता ही दोन्ही गृहीतकं चुकीची आहेत हे सिद्ध झालं. परंतु १९

व्या शतकाच्या उत्तरार्धात भूगर्भशास्त्रज्ञांमध्ये पृथ्वी ही कमीतकमी १० करोड वर्षांपासून अस्तित्वात आहे ह्याबद्दल एकमत होऊ लागले होते.

नैसर्गिक हालचालींमुळे होणाऱ्या जैवविकासाचा खास उल्लेख करणे गरजेचे आहे जेव्हा डार्विन यांनी सजीवांच्या क्रमिक विकासाचा सिद्धांत मांडला तेव्हा असे लक्षात आले की अशा प्रकारची प्रक्रिया होण्यासाठी ज्या नैसर्गिक हालचालींची गरज असते त्या खूपच धीम्या गतीने होतात व बदल होण्यासाठी प्रदीर्घ काळ जावा लागतो. म्हणजेच पृथ्वी खूप-खूप-खूपच प्राचीन असली पाहिजे.

ह्याचा असा अर्थ काढला जाऊ लागला होता की पृथ्वी आपल्या कल्पनेपेक्षा खूपच जास्त प्राचीन आहे, हेही लक्षात येऊ लागले होते की कोणत्या प्रक्रियांची मदत घेऊन आपल्याला पृथ्वीच्या प्राचीनतेविषयी अंदाज बांधता येतील ! पण इतर प्रक्रियांविषयी चर्चा करण्याआधी केल्विन आणि इतर लोकांनी ज्या पद्धती अवलंबल्या त्यामध्ये काय काय उणिवा होत्या, हे आपल्याला पाहिले पाहिजे.

(भाग २ - पुढील अंकात)



लेखक : सुशील जोशी, एकलव्य संस्थेद्वारा संचलित स्रोत फीचरमध्ये कार्यरत. विज्ञान शिक्षण व लेखन ह्यामध्ये विशेष रूची आहे.

अनुवाद : मीना कर्वे

चुका करणे म्हणजे अकल वापरणे

लेखक : रवीकान्त • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

दीपालीला गणिताचा गृहपाठ दिला होता. प्रत्येक पानावर चारपाच शाब्दिक गणित होती. त्यातलंच एक होतं ‘१५ ट्रकमध्ये ३००० तांदळाचे कट्टे (अर्धपोतं) मावतात तर ८ ट्रकमध्ये किती कट्टे बसतील?’

दीपालीला गणित सोडवता येत होतं. शिकवलेल्या पद्धतीनुसार पहिल्या पायरीपर्यंत गणित तिनं सोडवलं. पण इतकी मोठी संख्या बघून तिच्या मनात शंका आली. त्यामुळे तिनं एका ट्रकमध्ये बसणाऱ्या कट्ट्यांच्या संख्येतलं एक शून्य खोडून २०० च्या ऐवजी २० कट्टे असं केलं. त्याप्रमाणे ८ ट्रकमध्ये १६० कट्टे असं उत्तर आलं.

तिचा हा गृहपाठ पाहून अनितानं जरा दटावूनच विचारलं, “काय हे दीपा? पहिल्यांदा बरोबर उत्तर लिहून त्याच्यावर काट का मारलीस? चांगलं बरोबर आलेलं उत्तर खोडून चुकीचं लिहीलंस! पहिलं जसं सोडवलं होतंस तेच बरोबर आहे. आता पुन्हा नीट कर.” तेव्हा तिनं कारण सांगितलं.

मी तिथेच बसून हा सगळा प्रकार पाहात होतो. मी अनिताला म्हणालो, “अगं उत्तर चुकलं म्हणून चिंता करू नकोस. दीपानं फक्त गणित सोडवायचं म्हणून यांत्रिकपणे सोडवलं नाही, तर हे उत्तर बरोबर आहे का चूक याचा विचारही केला. चूक असेल तर ते कसं दुरुस्त करायचं याबद्दलही उपाय शोधला आहे, आता ते दुरुस्त करण्याच्या नादात तिनं उत्तर चुकवून ठेवलं खरंच. पण गणित सोडवताना तिनं जी पद्धत वापरली ती गणितच नव्हे तर कोणताही विषय शिकताना उपयुक्त ठरणारी आहे.”

मी अनिताला विचारलं, “तुला काय वाटलं होतं, दीपानं पहिल्या पायरीपर्यंत गणित केल्यावर काय विचार केलेला असेल? तिला संख्या छोटी करावीशी का वाटली?” अनिताच्या म्हणण्यानुसार त्या पानावरच्या इतर उदाहरणांची उत्तरे दशक संख्येतच होती, त्यामुळे दीपाला वाटलं की याचं उत्तर इतकं मोठं कसं येईल म्हणून तिनं एक शून्य खोडलं

असेल. या छोट्याश्या घटनेनं माझ्या मनात
मात्र विचारांचं काहूर माजलं.

आता इतकं सगळं ऐकल्यावर दीपाला
आपली काय चूक झाली हे कळलं
असणारच. पुन्हा ती अशी चूक करणार
नाही असं वाटतंय. स्वतःच्या चुका
शोधण्याच्या वाटेवर ती दोन पावलं पुढं
गेली आहे. वास्तविक तिनं केलेलं गणित
खरंच चूक होतं, का अनितानं जे सांगितलं
ते बरोबर होतं? का दोघींचं थोडं बरोबर
थोडं चूक होतं? आणि चूक असेल तर
सुधारण्याची पद्धत कोणती?



चूक कोणाची?

दीपाच्या दृष्टिकोनातून पाहिलं तर तिनं
शिक्षकांनी शिकवलेल्या पद्धतीनुसार गणित
सोडवलं. सोडवताना पहिल्या पायरीवर जे
उत्तर आलं ते पाहून ते बरोबर आहे की नाही
अशी शंका तिला आली. तिनं स्वतःची
अककल वापरून त्या उत्तराची त्या पानावरील
इतर गणितांच्या उत्तराशी तुलना केली. आणि
त्या आधारे 'चूक' उत्तर सुधारलं.

शिकणं आणि शिकवणं याबाबतीत
दोघींचा दृष्टिकोन एकच आहे का? हेच
उदाहरण घेतलं तर लक्षात येईल की एखाद्या
उत्तरावर चूक असा शिक्या कोण मारतं.
मुलांना त्यांच्या उत्तराचं कारण न विचारताच
ते चूक आहे का बरोबर हे ठरवण्याचा
अधिकार नेहमीच मोठ्यांकडे असतो. चूक
किंवा बरोबर ठरवण्यामागे काही एक विचार
किंवा तर्क असतोच, अनिताकडेही तो आहे.
म्हणजेच एकच उत्तर बरोबर किंवा चूक
म्हणताना मोठी माणसं आणि मुलांचा
दृष्टिकोन परस्परविरोधी असू शकतो. या
दोन वेगवेगळ्या दृष्टिकोनातला उपयुक्त
दृष्टिकोन कोणता, हे कसे कळणार? हे एक
शिक्षणशास्त्रीय आव्हानच म्हणायला हवे.
त्यातील एका धारणेसोबत वय, अनुभव,
समज, ज्ञान इतकंच नाही तर महाकाय
शिक्षणपद्धतीची ताकदही आहे. दुसरीकडे
हे काहीही नसलेली मुलांची धारणा- तिला
नेहमीच चूक समजलं जातं. एखादा तिसरा

मार्ग आहे का ? मोठी माणसं आपली धारणा पडताळून पाहतील आणि मुलांनाही तसं करायला प्रोत्साहन देतील ? म्हणजे मग दोघांचे मिळून एक मत तयार होईल.

तिसरा मार्ग धरायचा म्हटलं तर शिक्षकांना काही गोष्टी मान्य कराव्या लागतील. पहिली म्हणजे त्यांची धारणा चुकीची असू शकेल, त्यांचंही कधी चुकू शकतं हे आणि दुसरी म्हणजे मुलांनी केलेल्या कामामागं त्यांचं स्वतःचं एक कारण असतं. आपण विचारलं तर मुलं ते कारण सांगतीलही. त्यांचं कारण आपल्याला कदाचित चमत्कारिक वाटलं, तरी मुलं त्यामागची कारणमीमांसा देऊ शकतील किंवा द्यायला शिकतील.

तुमच्या लक्षात आलंच असेल की अनिताचा जोर फक्त उत्तर 'बरोबर' देण्यावर होता.

चुकल्यानंतर काय ?

मुलांनी चूक केली की त्यांना त्याची त्वरित जाणीव करून देऊन ती सुधारणं ही एक सर्वमान्य पद्धत आहे. अगदी सामान्य व्यक्तीपासून ते व्यावसायिक शिक्षकांपर्यंत सगळेजण याच धडाक्याने काम करतात. मुलांना स्वतःच्या चुकीचं कारण मुळी सांगितलंच जात नाही. मुलांनी काही कारणाने चूक सुधारली नाही तर लगेच त्यांना शिक्षा केली जाते. आणि या सगळ्यात शिक्षण तर

हरवूनच जातं.

अभ्यासात केलेल्या चुका म्हणजे गुन्हा नव्हे ! चूक म्हणजे शिकण्यात आलेला अडथळा असं मानलं तर शिकण्याचे कितीतरी रस्ते खुले होतील.

मोठ्या माणसांना उत्तर मिळवण्याची एकच पद्धत माहिती असेल तर चुकीची कारणं शोधण्याचीही एकच कसोटी असेल. पण जर उत्तरं मिळवण्याच्या एकापेक्षा जास्त पद्धती असतात, हे आपण जाणलं तर दुसऱ्याने केलेल्या एखाद्या चुकीमागचे कारण शोधायला लागेल.

चूक ओळखताना कितीतरी गोष्टी ध्यानात घ्याव्या लागतात. शिकवत असलेल्या संकल्पनेचे विविध पैलू, त्या संकल्पनेचा इतर संकल्पनांशी संबंध, संकल्पना शिकवण्याच्या अनेक पद्धती, संकल्पनेचा विचार करण्याच्या पद्धती.

एखादा विषय शिकवण्याचा हेतू लक्षात घेऊन शिकवण्याची पद्धत ठरवावी लागते. जर गणित शिकवण्याचा व्यापक उद्देश 'गणिती पद्धतीने विचार करणे' किंवा 'विचार गणिती भाषेत मांडणे' असा असेल (राष्ट्रीय अभ्यासक्रम आराखडा २००५ मध्ये असं म्हटलं गेलंय) तर 'गणिती पद्धतीने विचार करणे' ही कोणतीही संकल्पना शिकवण्याच्या पद्धतीची पायाभूत गरज होते. ही संकल्पना नसेल तर गणित पाठ करून घेता येईल पण समजावून नाही सांगता येणार.

इतकंच! यात त्या चुकीबद्दल त्याचं काय मत आहे, त्यानं काय विचार केला होता याबद्दल काहीही विश्लेषण केलेलं नसतं. मुलांना कळतच नाही, की चूक ओळखावी तरी कशी?

शिवाय, तुम्हाला जे चूक वाटत असेल ते मुलाला चूक वाटत नसेल, ही शक्यता गृहीत धरलेली नाही. उत्तर शोधण्याचा त्याचा मार्ग तुम्ही समजावून घेतलेलाच नाही. एखादं उत्तर लिहून मुलानं जर खोडलं असेल, तर तो गणिताच्या पद्धतीबाबत साशंक असेल किंवा उत्तराचा वेगळ्या तऱ्हेनं विचार करत असेल. तो मुलांना विचारायला हवा. नाहीतर मुलांशी अशा गप्पा माराव्या की बोलता बोलता त्यांची चूक त्यांनाच कळेल आणि आपल्या मनातही काही गैरसमज असेल तर दूर होईल.



चूक : शिकण्याची संधी!

एखाद्या चुकीतून शिकण्याची संधी मिळू शकते. त्यातून काय शिक्षण मिळणार आहे याची शक्यता मात्र ओळखता यायला हवी.

त्यासाठी आवश्यक आहे-

- कोणताही प्रश्न वेगवेगळ्या पद्धतींनी सोडवणे.

- गणिती प्रक्रियेतील संकल्पना सखोलपणे समजून घेणे.

- स्वतःच्या गणितीय अनुभवांना आपल्या भाषेत व्यक्त करून गणिती परिभाषा समजून घेणे.

हे सगळं मोठ्या माणसांची विषयातली समज, शिकवण्याच्या पद्धतीचं ज्ञान आणि त्या पद्धती अवलंबण्याची कुवत यावर अवलंबून आहे.

एकापेक्षा अधिक पद्धती शक्य -

गणितामध्ये साधारणपणे एखादं उत्तर चुकीचं आलं तर दोन तीनदा गणित समजावून सांगितलं जातं. पण नंतर तरीही उत्तर चुकीचं आलं तर त्याची जबाबदारी सरळ मुलांवर ढकलली जाते. कोणतंही गणित सोडवताना पायऱ्या लक्षात घेऊन त्याच क्रमानं ते सोडवलं जाणं अपेक्षित असतं. ज्यांना हे करणं कठीण जातं त्यांची स्मरणशक्ती कमजोर आहे, आणि बुद्धी कमी आहे असा अर्थ काढला जातो.

एखादा प्रश्न सोडवताना मोठी माणसं जो तर्क आणि पद्धत वापरतात ती लोकांनी

अनेक वर्ष मेहनत करून विकसित केलेली असते. त्याचं वैशिष्ट्य म्हणजे कमीत कमी पायऱ्यांमध्ये गणित सोडवता येतं. दीपाचंच उदाहरण घेऊ. तिच्या गणितात विचारलेल्या प्रश्नाचं उत्तर कितीतरी प्रकारांनी पूर्वी सोडवलं गेलं असेल. उदा. त्रैराशिक गणितं सोडवण्याची पद्धत वापरावी म्हणून आपण मुलांच्या पाठीस लागतो. पण मुलांच्या डोक्यात अशी गणितं सोडवायची वेगळी पद्धत असू शकते, हे आपण लक्षात घेत नाही. अशा प्रकारच्या समस्या सोडवण्याची, दुसऱ्या संकल्पनांशी त्याचा संबंध जोडून पाहण्याची, प्रत्येक पायरीचा अर्थ, त्याची गरज समजून घेण्याची आणि त्याबाबतीतल्या शंका विचारून ते सोडवण्याची संधी आपण मुलांना देतच नाही. परिणामी समजून न घेता मुलं फक्त पायऱ्या पाठ करतात आणि स्मरणशक्तीवर आधारित अभ्यास करतात.

या प्रश्नात मान्य पद्धतीपेक्षा वेगळी आकडेमोड करूनही उत्तर मिळवता येईल.

१५ ट्रकमध्ये ३००० कट्टे

५ ट्रकमध्ये १००० कट्टे

१ ट्रकमध्ये २०० कट्टे

३ ट्रकमध्ये ६०० कट्टे

५ आणि ३ मिळून ट्रकमध्ये १६०० कट्टे

ही पद्धत थोडी वेळखाऊ वाटेल. इथे प्रत्येक पायरीवर तुम्हाला विचार करावा लागतो, पण आकडेमोड मात्र सोपी आहे.

३००० ला १५ ने भाग द्यायची यांत्रिक पद्धत वापरायला नको. ट्रकांची संख्या आणि त्यातल्या कट्ट्यांची संख्या याबद्दल सतत विचार होतो. गुणाकार भागाकारासह, प्रमाण आणि समप्रमाण या काहीशा अवघड संकल्पनांचाही योग्य वापर करण्याची संधी मिळते.

वेगवेगळ्या पद्धतींनी गणित सोडवणे म्हणजे वेगवेगळ्या रस्त्याने जाऊन शेवटी एकाच जागी पोचणे. अशा तऱ्हेने काम करताना त्या रस्त्याबद्दल आणि जायच्या ठिकाणाबद्दल जास्त चांगल्या रितीनं समजून घेता येतं. आणि संधी येताच मुक्काम गाठण्यासाठी योग्य पद्धत निवडण्याची क्षमता तयार होते.

संकल्पनात्मक चिंतनापर्यंत

दीपा ज्या तऱ्हेने गणित सोडवत होती त्यावरून लक्षात येत होतं की तिला पायरी पायरीनं गणित सोडवायला शिकवलं आहे. जर पायरी चुकली किंवा उलटी पालटी झाली तर उत्तर मिळणं कठीणच असतं. पण तिनं सगळ्या पायऱ्या अगदी योग्य क्रमानंच सोडवल्या होत्या.

उत्तर बरोबर आहे की नाही हे पाहायला ताळा करून बघायची पद्धत आहे. यात गणित उलट्या क्रमानं सोडवत जायचं असतं. दीपानं जर ताळा करून बघितला असता तर जे शून्य तिनं खोडलं, ते खोडलं नसतं.

तेच उत्तर बरोबर आहे हे तिला समजलं असतं, पण दीपाच्या मनातली शंका मात्र दूर झाली नसती.

या शंकेचं मूल कुठं आहे हे शोधायला हवं. उदाहरण सोडवताना दीपानं योग्य प्रक्रिया निवडली पण, पुढे अंदाज करण्यात गडबड केली.

दीपा त्याच पानावरच्या इतर गणितं सोडवण्याच्या अनुभवानंतर नवीन गणितं सोडवतेय. एका प्रकारची बरीच गणितं



सारख्या पद्धतीनं सोडवून त्या पद्धतीचं सामान्यीकरण केलं जातं. एकसारखे प्रश्न जलद सोडवण्यासाठी अशी सामान्यीकरणाची पद्धत वापरतात.

सामान्यीकरणाच्या क्षमतेला जर एक मूलभूत गणिती क्षमता मानलं तर तिचा विकास गणिती परिभाषेची घोकंपट्टी करून होणेच शक्य नाही. वेगवेगळ्या परिस्थितीत तिचा वापर करूनच असा विकास होईल. एक शिक्षक किंवा मार्गदर्शक म्हणून यासाठी मुलांना प्रोत्साहनच द्यायला हवं.

कोणत्याही गणिताचं उत्तर बरोबर आहे का चूक हे ठरवताना गणिती विचार करणं गरजेचं आहे. हा विचार न करताच दीपानं खडा टाकला. बसला तर बसला. दीपानं अंदाजानंच उत्तर चूक ठरवलं आणि अंदाज आधीच्या तीन चार गणिताच्या उत्तरांवरून केला. तिच्या मते पहिल्या चारही गणितांची उत्तरं दशक संख्येत होती मग पाचव्याचंही तसंच असेल. पण असे अंदाज, तर्काशिवाय करायचे नसतात, हे तिला योग्य रितीनं सांगायला हवं.

तिला गणितातल्या ट्रकांचं चित्र काढून त्यात कट्टे भरायला सांगितलं तर? एका ट्रकमध्ये किती कट्टे भरता येतील? गणिताच्या भाषेत याला दृश्यीकरण म्हणतात.

असंही सांगता येईल की १५ ट्रकाच्या साधारण निम्मे आठ ट्रक आहेत. मग १५

ट्रकमध्ये ३००० कट्टे तर ८ ट्रकमध्ये साधारण त्याच्या निम्मे बसतील. या तकने उत्तर अचूक येणार नाही पण निदान ती या पद्धतीचा विचार तरी करेल. इथे ट्रक आणि कट्टे यांमध्ये समानुपात कल्पनेचा विचार केला आहे आणि बऱ्याच पायऱ्यांचं गणित एकाच पायरीत सोडवता येतंय.

अशा वेगवेगळ्या तऱ्हेने उत्तराचा अंदाज करता येतो. उत्तर आल्यावर ते बरोबर आहे की चूक अशी शंका घेण्यापेक्षा असे वेगळे तर्क लावून अंदाजे उत्तर काढता येईल आणि वेगळ्या प्रकारे तेच गणित सोडवून अचूक उत्तर मिळवता येईल.

गणितावर संवाद

या प्रसंगात अजून एक गोष्ट लक्षात घेण्याजोगी आहे. अनिताचं म्हणणं बरोबर होतं पण ते सांगायची पद्धत चुकीची होती. ‘बरोबर उत्तर खोडून चुकीचं लिहिलंयस’ असं सांगण्याऐवजी, ‘तू उत्तर का खोडलंस?’ असं विचारायला हवं होतं. दीपानं काही उगाचच उत्तर खोडून बदललं नव्हतं, त्यामागे तिचं कारण होतं आणि ते स्वतःच्या भाषेत सांगण्याची तिची क्षमतापण होती. तिचं कारण, त्याची भाषा सुधारायला अनिता मदत करू शकली असती. शिवाय दीपाला तिच्या उत्तरावर अधिकाधिक प्रश्न विचारून तिलाच चूक समजून घ्यायला उद्युक्त करू शकली असती.

गणितावर गप्पा मारणे, हीसुद्धा गणित समजून घेण्याची एक चांगली पद्धत आहे. पण जर गणिताच्या गप्पा म्हणजे गणित सोडवायची पद्धत, त्यातल्या पायऱ्या याचीच माहिती असेल आणि त्या पायऱ्या त्याच क्रमाने करणं किती आवश्यक आहे हे ठासून सांगितलं जात असेल, तर मग त्या पायऱ्या यांत्रिकपणे लक्षात ठेवणं आणि चक्क पाठ करणं ही वृत्ती वाढते. त्यामुळे मुलांच्या पदरी काहीच पडत नाही.

शेवटी – मोठ्या माणसांकडे ज्ञानाची सत्ता असल्याने मुलांच्या चुका काढणं सोपंच असतं. पण चुकीचं कारण शोधणं हे तितकंच कठीण. यासाठी मुलांशी सुसंवाद, सूक्ष्म निरीक्षण आणि संकल्पना स्पष्ट असणं महत्वाचं आहे. याखेरीज शिक्षणाऱ्याच्या विचारांची, समजून घेण्याची क्षमता जोखता यायला हवी. मुळात विद्यार्थ्यांशी चांगलं मैत्रीपूर्ण नातं हवं. कोणत्याही वयात चुका करण्याचं स्वातंत्र्य, बुद्धीची उंची आणि सखोल समज वाढवण्यात मदत करते.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक १०० मधून साभार



लेखक : रवीकान्त, - विविध संस्था आणि शिक्षकांबरोबर शैक्षणिक सल्लागार म्हणून काम. पुस्तके, पुस्तिका, शैक्षणिक साहित्य निर्मितीत सहभाग, शोध निबंध आणि अनुवाद प्रसिद्ध, शिकवण्यात रुची.

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

उष्मगतिकीचा दुसरा नियम

भाग २

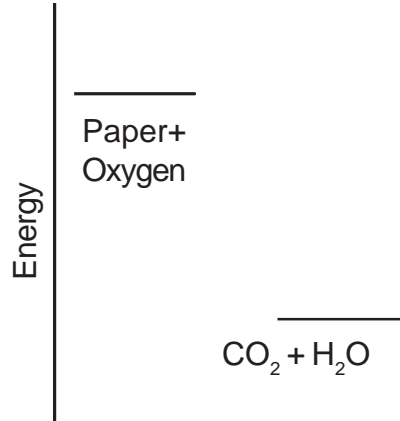
लेखक : फ्रँक लॅंबर्ट • रूपांतर : नीलिमा सहस्रबुद्धे

पहिल्या भागात आपण पाहिले की, आपण ऊर्जा निर्माण करू शकत नाही आणि नष्टही करू शकत नाही. मात्र एका प्रकारच्या ऊर्जेचे दुसऱ्या प्रकारात रूपांतर करू शकतो. तसेच ऊर्जा जेथे जास्त जमा झालेली असेल तिथून जिथे कमी असेल त्या दिशेकडे वाहण्याचा प्रयत्न करते. तत्क्षणी वाहू बघते. From high concentration to lower concentration.

आपल्या भोवती असंख्य घटना घडत असतात, त्यातल्या काही तर भयंकर असतात, तिथे ऊर्जा वाहण्याच्या संदर्भात काय होत असते, ते आपण पाहू. उदा. लाकूड जळते. कागद आणि लाकूड मूलतः सेल्युलोजपासून बनलेले असतात. आपण कागदाचा विचार करू. हवेमध्ये जेव्हा कागद जळतो, तेव्हा थोडा प्रकाश निर्माण होतो, आणि थोडी उष्णताही निर्माण होते. सेल्युलोज जळल्यामुळे हवेतला ऑक्सिजन

वापरला जातो, आणि कार्बनडायऑक्साईड व पाणी तयार होते. कागदावर जी थोडीशी धूळ असते, ती थोडा कार्बन शोषून घेते आणि थोडी राखही तयार होते.

एकदा सुरु झाले की जळणे थांबत नाही, आपले आपण चालूच राहते, अगदी वेगाने चालू राहते. या प्रक्रियेत ज्या अर्थी ऊर्जा बाहेर पडते, त्याअर्थी, मुळात कागद व ऑक्सिजन यात भरपूर ऊर्जा असणार.



(कार्बनडायऑक्साईड व पाणी यांच्यापेक्षा जास्त.)

इथे उष्मगतिकीच्या दुसऱ्या नियमाचा संबंध आपण रासायनिक पदार्थांशी लावू शकतो. रसायने व त्यापासून बनलेले पदार्थ यांच्या रेणूंमध्ये जेव्हा जास्त ऊर्जा बद्ध असते, तेव्हा त्यांच्यात रासायनिक क्रिया घडून त्यातील ऊर्जा मुक्त होऊ शकते; तयार झालेल्या रसायनांच्या रेणूंमध्ये कमी ऊर्जा शिल्लक राहते. (ऊर्जा म्हणजे फक्त उष्णता नव्हे.) जेव्हा जेव्हा रासायनिक क्रिया घडतात, तेव्हा त्या पदार्थांतील रेणूंची अंतर्गत ऊर्जा दोन प्रकारात बाहेर वाहते १) एक तर तयार होणाऱ्या रेणूंच्या बंधनांमध्ये आणि २) ह्या रेणूंची गतिऊर्जा. हे गतिमान रेणू जास्त तापमानाला असतात, कारण त्यातून ऊर्जा वाहू शकते - तुमच्या हाताकडे किंवा तापमापकाकडे.

आता हे तर ठीकच आहे, पण आधी कागद पेटवायला तुम्ही काडेपेटीची काडी जाळलीत. ती काही आपोआप होणारी क्रिया नव्हे. तेव्हा ऊर्जा वाहू शकते... पण ती वाहण्याला अडथळे असतातच.

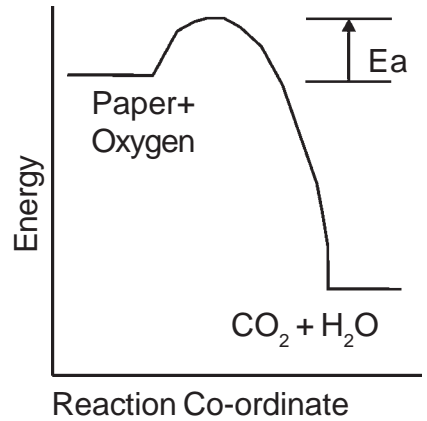
कागद किंवा लाकूड किंवा सेल्युलोज जळत नाहीत कारण त्यातील कार्बन, हायड्रोजन आणि ऑक्सिजनमधील रासायनिक बंध हे पदार्थाचे स्वरूप कायम ठेवण्याचा प्रयत्न करत असतात. सेल्युलोजमधील रासायनिक बंधांपेक्षा

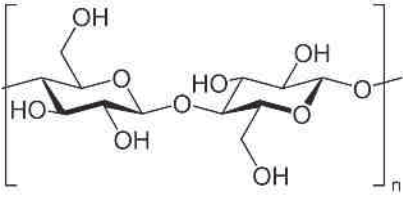
कार्बनडायऑक्साईड व पाणी यातील रासायनिक बंध जास्त पक्के असतात. पण हे रूपांतर घडवायला एक बाह्य धक्का आवश्यक असतो, तो एक काडी जाळून द्यावा लागतो. मगच या अगणित बंधांपैकी काही मोकळे होऊन CO_2 आणि H_2O चे बंध तयार होऊ लागतात.

हा जो बाह्य धक्का आवश्यक असतो, त्याला E_a activation energy म्हणतात. आकृतीत ती लहानशा उंचवट्याच्या रूपात दिसते आहे.

ऊर्जा वाहण्यातल्या याच अडथळ्यामुळे काही हव्याशा (आणि काही नकोशा) घटना घडत नाहीत. बरेचसे पदार्थ त्यांच्या मूळ स्वरूपातच राहतात.

हा बाह्य धक्का बरेचदा उष्णतेच्या रूपात असतो. ह्या उष्णतेमुळे जेव्हा काही बंध मोकळे होतात, तेव्हा हवेतला ऑक्सिजन



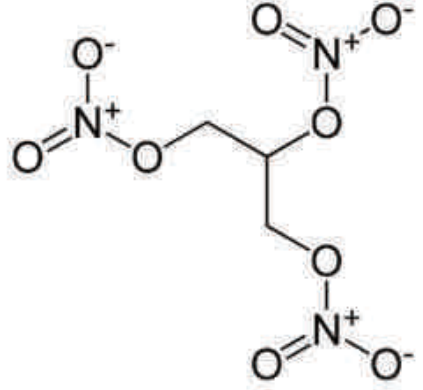
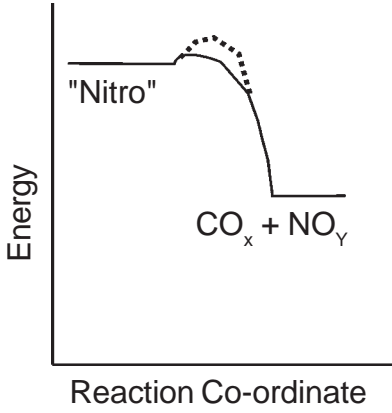


त्या पदार्थातील कार्बन व हायड्रोजनशी नवे पक्के बंध तयार करतो. या प्रक्रियेमध्ये खूप ऊर्जा बाहेर पडते, आणि तीच ऊर्जा सेल्युलोजमधील आणखी असंख्य बंध मोकळे करायला कारणीभूत ठरते. हे बंध मोकळे होता होताच ऑक्सिजनशी संयोग होऊन CO_2 व H_2O चे नवे रेणू तयार होतात. नवे रेणू पुष्कळ ऊर्जा शोषून गतिमान होतात. (कधी कधी ध्वनीच्या दुप्पट वेगाने ते

जातात.) आपल्याला या गतिमान रेणूंचा अनुभव गरम वायूच्या रूपात येत असतो.

अमेरिकेतल्या मालिबू इथे लागलेल्या वणव्याच्या अनेक घटना आहेत. त्यापैकी एकदा एका घरातील काचेच्या खिडकीच्या आतील पडदा आपोआप पेटल्याचा प्रसंग आहे. प्रत्यक्ष आगीचा लोळ दूर असतानाही हा पडदा पेटला होता. त्याच वेळी अल्युमिनियम पट्ट्यांनी बंद असलेली खिडकी सुरक्षित राहिली होती. पडद्याचे कापड म्हणजे सेल्युलोज पेटायला आवश्यक असलेली activation energy गरम वाऱ्यांमुळे उपलब्ध झाली, पण दुसऱ्या ठिकाणी अल्युमिनियम पट्ट्यांनी उष्णता वाहून





नेल्यामुळे त्यांच्या जवळचा पडदा पेटला नाही! काचेजवळचा पडदा तापायला दोन कारणे होती - गरम वारे आणि उत्सर्जन. काचेतून उष्णताही थेट जाते आणि उत्सर्जनही.

थोडक्यात काय तर विज्ञानातील सर्वच नियमांप्रमाणे उष्मगतिकीचा हा नियमदेखील आपल्याला ही दुनिया कशी चालते, ते समजावून घ्यायला मदत करतो. मग त्या घटना सामान्य असोत की असामान्य. तुम्हाला नायट्रोग्लिसरीन माहित असेल ... हा द्रव जोरात हलवला किंवा एका भांड्यातून दुसऱ्यात ओतला तरी स्फोट होऊ शकतो. सेल्युलोससारखाच याचाही आलेख काढला तर तो कसा असेल? या पदार्थाला अत्यंत कमी activation energy लागते. त्यामुळे त्यापासून झटकन तप्त वायू तयार होतात. सर्वच स्फोटक पदार्थांमधून असे तप्त वायू झटकन तयार होतात. त्याच्या रेणूंमध्ये

ऑक्सिजनचा अणू असल्यामुळे हवेतील ऑक्सिजनशी संयोग होण्याची वाट पहावी लागत नाही. (हे इतर पदार्थांसाठी गरजेचे असते.) आल्फ्रेड नोबेलच्या नायट्रोग्लिसरीनच्या कारखान्यात स्फोट होऊन त्याचा भाऊ व चार कामगार मरण पावले होते, त्यानंतर त्याने सुरक्षित स्फोटकांचा शोध घेतला. नायट्रोग्लिसरीनमध्ये बारीक वाळू मिसळून त्याने डायनामाईटचा शोध लावला. याच्या कांड्या तयार करून वाहतूक करता येते. नुसत्या पडल्या आपटल्या तर स्फोट होत नाही. या पदार्थाची activation energy (सक्रियन ऊर्जा) आलेखात तुटक रेषेने दाखवली आहे.

■■

<http://secondlaw.oxy.edu/two.html#time>
वरून साभार

लेखक : फ्रँक लॅबर्ट,

रूपांतर : नीलिमा सहस्रबुद्धे

आता आपण भविष्य जगतो आहोत

(We are now living in the future!)

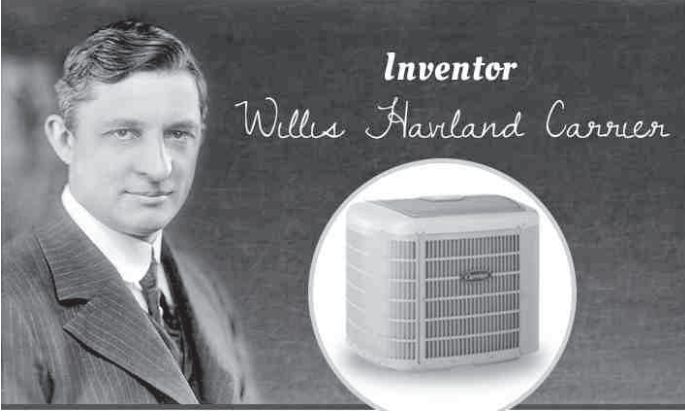
लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

२०१६ सालच्या शुभेच्छांमध्ये एक मजेशीर संदेश आला होता, तोच या लेखाच्या शीर्षकासाठी वापरते आहे. या वाक्याला संदर्भ आहे, १९८०च्या दशकात आलेल्या एका लोकप्रिय सायन्स फिक्शन चित्रपट मालिकेचा. या मालिकेचे नाव होते बॅक टू द फ्युचर. टाईम मशिनच्या कल्पनेवर आधारित या चित्रपटांमध्ये नायक कधी भूतकाळात तर कधी भविष्यात जाऊन काही समस्या सोडवतो, अशा प्रकारचे कथानक असे. या चित्रपट मालिकेतील दुसऱ्या चित्रपटात भविष्य म्हणून जी तारीख वापरली होती, ती होती २१ ऑक्टोबर २०१५. आता ही तारीख उलटून आपण २०१६ सालात प्रवेश केला आहे, तेव्हा आता आपण भविष्यात पोहोचलो आहोत, असा या संदेशाचा भावार्थ आहे.

यातला गमतीचा भाग सोडून देऊ, पण यूट्यूबवरच्या ज्या दोन शैक्षणिक व्हिडियो फिल्म्सची आज माहिती देत आहे, त्या बघताना मला तरी सारखा हाच संदेश आठवत होता. या दोन फिल्म्स आहेत इन्व्हेन्शन्स डॉट शूक द वर्ल्ड - जगाला हादरवून टाकणारे आविष्कार. भाग १ मध्ये

१९०० ते १९१० या काळातल्या काही महत्त्वाच्या आविष्कारांचा आढावा घेतलेला आहे, तर भाग २ मध्ये १९१० ते १९२० या काळातील काही आविष्कारांची माहिती आहे. २० व्या शतकातल्या प्रत्येक दशकातल्या आविष्कारांवरचे या मालिकेतील इतरही भाग यूट्यूबवर आहेत, पण आजच्या बरोबर शंभर वर्षांपूर्वीच्या शोधांवरचे पहिले दोन भाग पाहणे निश्चितच जास्त मनोरंजक वाटेल. या शोधांचा त्यावेळच्या भविष्यावर म्हणजे आजच्या वर्तमानावर इतका सखोल परिणाम झाला आहे, की त्यातील काही गोष्टींना आज आपण आविष्कार किंवा शोध किंवा इन्व्हेन्शन म्हणणारही नाही. रोज आपण या गोष्टी पाहतो, वापरतो, आणि त्यांवर जास्त विचारही करत नाही.

१९००च्या दशकातल्या काही महत्त्वाच्या शोधांची थोडीफार चर्चा आपल्या वाचण्यात-ऐकण्यात आलेली असते, उदा. रेडिओ प्रक्षेपण किंवा राईट बंधूंचा विमानाचा शोध. पण आपल्या दैनंदिन आयुष्याचा भाग बनलेली आणखीही काही यंत्रे या काळात तयार झाली. उदा. एअर कंडिशनर आणि व्हॅक्युम क्लीनर.



एअर कंडिशनर म्हणजे खोली गार करण्याचे यंत्र असा आपला समज असतो. पण एअर कंडिशनर हे नावाप्रमाणे खोलीतल्या हवेवर संस्करण करून आपल्या शरीराला सुखद वाटेल अशी परिस्थिती निर्माण करण्याचे यंत्र आहे. त्याचा शोध लागला तो हवेतल्या आर्द्रतेचे नियंत्रण करण्याच्या गरजेतून. प्रिंटिंग प्रेसमध्ये हवेतल्या दमटपणामुळे कागद चुरगळायचे, आणि शाई कागदावर वेडीवाकडी पसरायची. या समस्येवर उत्तर शोधण्याचे काम एका तरुण इंजिनियरवर सोपवण्यात आले. हवेतील आर्द्रता कमी करण्याच्या या यंत्राची पहिली पायरी १०० टक्के आर्द्र हवा निर्माण करणे ही आहे असा वरकरणी तिरपागडा वाटणारा विचारच तर्क शुध्द कसा होता, हे व्हिडिओमधून तुमच्या लक्षात येईल.

व्हॅक्युम क्लीनरचा आविष्कार म्हणजे गरज ही शोधाची जननी असते, या वाकप्रचाराचे उत्तम उदाहरण आहे. १९००च्या

दशकात अमेरिकेत सगळीकडे धुळीचेच रस्ते असत. अशा धुळीच्या रस्त्यांवरून शेकडो पाय जेव्हा दुकानांमध्ये खरेदीसाठी ये जा करत, तेव्हा ही सारी धूळ दुकानात अंथरलेल्या गालिचांवर येत असे. संध्याकाळी दुकाने बंद झाली की रात्रभर दुकानांच्या तळघरात चालणारे काम म्हणजे हे गालिचे बडवून बडवून स्वच्छ करणे. अशा पध्दतीने पोटासाठी गालिचे सफाईचे काम करणाऱ्याला जर दम्याचा त्रास असेल, तर त्याचे किती हाल होत असतील, कल्पना करा. हे वेदनामय कष्ट कमी करण्याच्या तीव्र इच्छाशक्तीला एका कामगाराच्या अंगभूत कल्पकतेची जोड मिळाली, आणि व्हॅक्युम क्लीनरची निर्मिती झाली.

१९१० चे दशक म्हणजे पहिल्या महायुद्धाचे दशक. पण या दशकातही भविष्याचा चेहरामोहरा बदलून टाकणारे काही शोध लागले. उदा. पॅराशूट. १९००च्या दशकात विमानाचा शोध लागल्यानंतर

माणसाला पक्षी
बनवणाऱ्या या तंत्रात
झपाट्याने प्रगती होऊ
लागली. पण या
काळातील विमाने
बेभरवशाची होती.
उडता उडता काही



जेम्स स्पॅंगलर

बिघाड निर्माण होऊन विमाने कोसळत,
आणि प्रशिक्षित वैमानिक तरुण हकनाक
जीव गमावून बसत. असाच एक विमान
अपघात आपल्या डोळ्यासमोर झालेला पाहून
कोळसा खाणीत काम करणारा एक कामगार
अंतर्बाह्य हेलावून गेला. विमान कोसळले
तरी वैमानिकाचा जीव वाचावा यासाठी
काहीतरी उपाय शोधण्याचा त्याने चंग
बांधला. त्याने काय पध्दतीने पॅराशूटची
निर्मिती केली, आणि त्याचे पेटंट कसे
मिळवले, ही कहाणी प्रत्यक्षच पाहण्यासारखी
आहे.

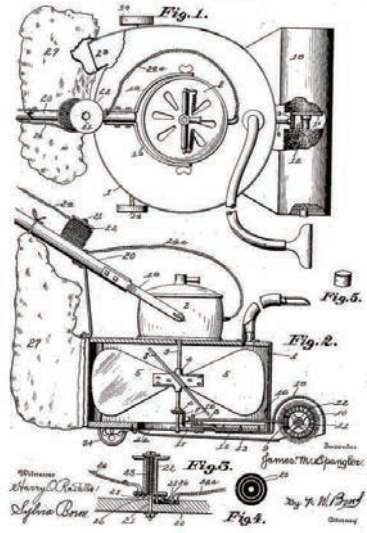
या दशकात शोध लागलेली आणखी
एक चीज म्हणजे दाढी करण्याचे ब्लेड.
अतिशय छोट्या वाटणाऱ्या या वस्तूच्या
निर्मितीसाठी किती अडथळे पार करावे
लागले, हे पाहून तुम्हीही थक्क व्हाल.

केवळ शोधांची जंत्री दाखवणाऱ्या या
फिल्म्स असत्या तर त्या इतक्या
परिणामकारक झाल्या नसत्या. पण प्रत्येक
शोधामागची प्रेरणा आणि तर्कशास्त्र अगदी
थोडक्या वेळात उलगडून दाखवण्याचा प्रयत्न

No. 889,823.

PATENTED JUNE 2, 1908.

J. M. SPANGLER.
CARPET SWEEPER AND CLEANER.
APPLICATION FILED APR. 14, 1907.



यामध्ये केला आहे. नवे तंत्रज्ञान निर्माण
करण्यासाठी करोडो रुपयांची, अत्याधुनिक
प्रयोगशाळांची, आणि विशेष प्रशिक्षणाची
गरज असते, या गृहीतकाला पूर्ण तडा देणारी
उदाहरणे या दोन व्हिडिओमधून अतिशय
परिणामकारकरीत्या पुढे येतात. म्हणूनच हे
व्हिडिओ सर्व शिक्षकांनी आणि शालेय व
महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांनी जरूर पहायला
हवेत.

व्हिडिओ लिंक्स आहेत -

<https://www.youtube.com/watch?v=820h6xJ25U0>

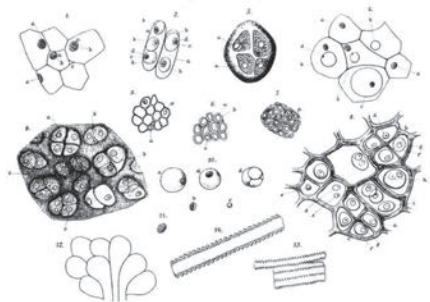
<https://www.youtube.com/watch?v=Z0qBQ2OSGLs>



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे,
समुचित एन्व्हायरोटेक संस्थेच्या संस्थापक संचालक.
priyadarshini.karve@gmail.com

लेखक : कार्ल कृझेल्निकी • अनुवाद : अमलेंदू सोमण

रबरासारखं असलेलं बूच. त्यात त्याला हजारो छोटी छोटी भोकं दिसली. साधू लोक ज्या बारीकशा खोलीत राहतात त्या खोलीला लॅटिनमध्ये cella सेला म्हणतात. त्यावरून त्याने त्या भोकांना सेल असं नाव दिलं. त्यावेळी त्याला ही कल्पना नव्हती की या



रॉबर्ट हकला दिसलेल्या पेशी

ही छोटी भोकं म्हणजे पूर्वीचे सजीव पेशींचे समूह असतील.

त्यानंतर सुमारे दोन शतकांनंतर म्हणजे १८३८ साली थेओदोर श्वान आणि मथियास स्केलेईडिन यांनी पेशींची कल्पना मांडली.

आज आधुनिक पेशीची संकल्पना हा जीवशास्त्राचा भक्कम मूलाधार झाला आहे.

ती थोडक्यात पुढीलप्रमाणे सांगता येईल:

१. सर्व सजीव एक वा अनेक पेशींचे बनलेले असतात.
२. सर्व सजीवांची रचना आणि कार्य यांचे पेशी हे मूलभूत एकक आहे.
३. जिवंत पेशी मोठ्या होतात आणि त्यांचे विभाजन होऊन नव्या जिवंत पेशी तयार होतात.

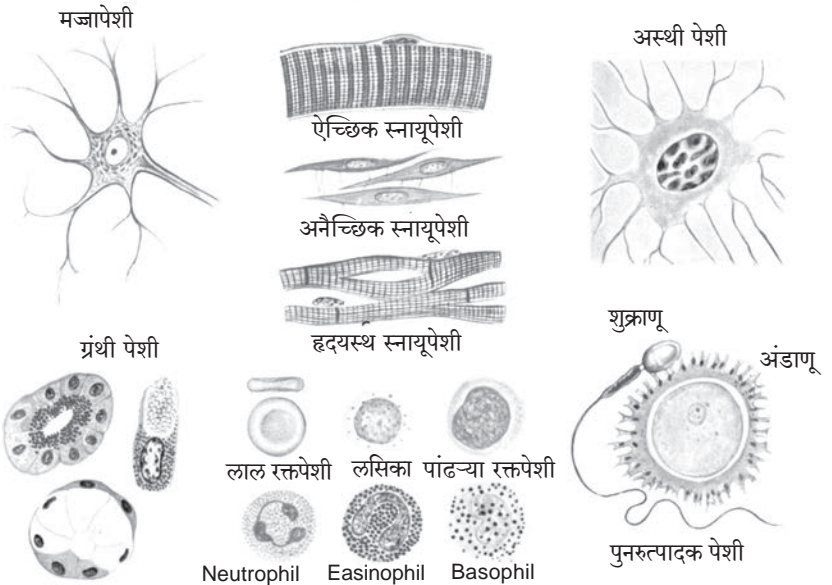
४. कोणत्याही सजीवाची सर्वसाधारण क्रियाशीलता (overall activity) त्याच्या सगळ्या पेशींच्या एकत्रित क्रियाशीलतेवर अवलंबून असते.

५. उर्जेचा प्रवाह बाहेरून पेशीत, पेशीच्या अंतर्गत आणि पेशीमधून बाहेर असा जाऊ शकतो.

६. कोणत्याही पेशीत अनुवांशिकतेसंबंधीची अगर उत्पत्ती आणि विकासासंबंधीची माहिती DNA च्या रूपात साठवलेली असते. आणि ही माहिती पेशीकडून विभाजनानंतर निर्माण होणाऱ्या कन्या-पेशीकडे जाते.

७. एका प्रकारच्या सर्व पेशींची मूलभूत रासायनिक रचना एकसारखीच असते.

पेशींचे प्रकार



हे सगळं तर छानच आहे, पण माझ्या शरीरात एकूण पेशी आहेत तरी किती? २०१३ साली इटलीमधल्या बोलोना विद्यापीठातील डॉ एवा बिआन्कोनी आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी याचं उत्तर देण्याचा प्रयत्न केला.

सर्वप्रथम त्यांनी प्रकाशित वैद्यकीय आणि इतर वैज्ञानिक साहित्यामध्ये गेल्या २०० वर्षात (म्हणजे इ. स. १८०९ पासून) काय काय अंदाज केले गेले आहेत त्याचा शोध घेतला. हे सगळे अंदाज ट्रिलियन्समध्ये होते. ट्रिलियन म्हणजे १००० अब्ज.

सर्वात जास्त केलेला अंदाज होता २० कोटी अब्ज पेशी. इतर सगळे अंदाज होते ५,००० अब्ज आणि ७ कोटी अब्ज या दरम्यान! खरंच या अंदाजाला काही अर्थ आहे म्हणायचं?

मग शास्त्रज्ञांच्या या चमूने सुरुवातीपासून विचार करायचं ठरवलं. प्रथम सर्वसामान्य मानव म्हणजे १७२ सेंमी उंचीचा, ७० किलो वजनाचा, ३० वर्षे वयाचा आणि क्षेत्रफळ १.८५ चौरस मीटर असलेला पुरुष असं गृहीत धरायचं ठरवलं. मग एकेका अवयवाचा म्हणजेच एकेका प्रकारच्या समान पेशी असणाऱ्या एककाचा विचार केला, त्यात किती पेशी असतील त्याचा अंदाज बांधला आणि त्यानंतर चक्र बेरीज केली.

सोपं नव्हतंच ते!

उदा. हाडापासून सुरुवात करता येईल. सांगाड्याच्या वजनाचा अंदाज सहज करता येतो, पण हाडे असतात २ प्रकारची. ट्रॅबेक्युलर बोन या प्रकारच्या हाडांच्या पेशी असतात सुमारे ७० कोटी आणि कॉर्टिकल बोन या प्रकारच्या हाडांच्या पेशी असतात सुमारे २ अब्ज.

त्यांनी अकारविल्हे सुरुवात केली अडीपोज (चरबी), मग आर्टिक्युलर कार्टिलेज (कृर्चा), मग बोन (हाडे), ब्लड (रक्त) असं करत करत शेवटी व्हेसल्स (रक्तवाहिन्या नीला आणि रोहिणी).

रक्तवाहिन्यांमध्ये सुमारे ८००० किलोमीटर केशवाहिन्या सरासरी तीन चतुर्थांश मिमी व्यासाच्या. त्यांना आतून अंतःस्तराचा थर असतो, त्याच्या पेशींचा आकार असतो ६० मायक्रॉन लांब X २० मायक्रॉन रुंद. या केशवाहिन्यांच्या अंतःस्तराच्या पेशींची संख्या होते २५०० अब्ज.

या सर्वांची बेरीज करत गेलं की एकूण संख्या ३७,००० अब्ज एवढी होते. अधिक संशोधनानंतर यात काही फरक होईलही, पण १४००० पर्तींचा नाही होणार!

■ ■

संदर्भ : <http://www.abc.net.au/science/articles/2015/11/10/4346790.htm>

लेखक : कार्ल क्रुझेल्निकी

अनुवाद : अमलेंदू सोमण

वेदनाशामक औषधे

लेखक : पारूल सोनी • अनुवाद : गो. ल. लोंढे

आमच्या शंकासुराने आज एक नवा प्रश्न विचारला - वेदनाशामक औषधांचे कार्य कसे चालते?

वेदना म्हणजे काय हे सर्वजण जाणतातच कारण सर्वांनी वेदनेचा अनुभव केव्हा ना केव्हातरी घेतलेला असतो. वेदनांचे अनेक प्रकार असतात. जखम झाल्याबरोबर होणाऱ्या तीव्र स्वरूपाच्या वेदना, ती जखम जसजशी बरी होते तसतशा कमी होत जातात. काही वेदना दीर्घकालीन असतात. त्यातल्या पहिल्या प्रकारच्या दीर्घकालपर्यंत तीव्र

असतात तर दुसऱ्या प्रकारच्या दीर्घकालपर्यंत सौम्य असतात. कित्येक वेळा वेदनेचे स्वरूप इतके तीव्र असते की दुखरा भाग थोडासुद्धा हलवता येत नाही. अशा प्रकारच्या वेदनांपासून सुटका मिळवण्यासाठी आपण वेदनाशामके वापरतो.

वेदनेचे कारण समजल्यानंतर आणि वेदनेवर इलाज होईपर्यंत रुग्णाला आराम मिळवून देण्यासाठी वेदनाशामक औषधे महत्त्वाची भूमिका बजावतात. ही औषधे केंद्रीय मज्जा संस्था आणि परिधीय मज्जासंस्था यावर ही औषधे वेगवेगळ्या प्रकारे कार्य करत असतात.

सोयीसाठी वेदनाशामक औषधांचे वर्गीकरण करूया. पहिला गट - गैर स्टीरॉईड सुजे विरोधी औषधे (नॉन स्टीरॉईडल अँटी इन्फ्लेमेट्री ड्रग्स NSHIDS) दुसरा गट - पॅरासिटामॉल आणि तिसरा गट - ओपीऑईड्स. जगातील सर्वात जुनी वेदनाशामक औषधे ही या तिसऱ्या गटात येतात. पूर्वी सर्व प्रकारच्या वेदनांवर अफूची



गोळी सर्रास वापरली जात असे. नंतर अफूपासून मॉर्फिन रसायन तयार झाले आणि नंतर मॉर्फिनची अनेक रूपे हळूहळू अस्तित्वात येऊ लागली. पातळ औषध, गोळी, किंवा कॅप्सूलच्या स्वरूपात पॅरासिटामॉल मिळते. असे म्हणतात की पॅरासिटामॉल गटाची औषधे मेंदू, पाठीचा कणा यात असणाऱ्या सायक्लो ऑक्सिजिनेज एंझाइमचे काम थांबवतात.

त्यांचा अतिवापर केला तर त्यामुळे यकृताला छिद्रे पडतात व ती जात नाहीत. त्यामुळे रुग्णाचा मृत्यू देखील ओढवू शकतो.

तिसरा गट - ओपीऑईड्स - आपली केंद्रीय मज्जासंस्था, आतडी आणि इतर भागात ओपीऑईड ग्राही असतात. या ग्राही पेशींबरोबर औषधांची जुळणी होते. त्यानंतर मज्जासंस्थेकडून मेंदूकडे पाठवले जाणारे वेदना होत असल्याचे संदेश थांबवले जातात व सहनशीलताही वाढते. ओपीऑईड्सचा उपयोग मुख्यतः अति तीव्र वेदनांचे निवारण करण्यासाठी होतो. कॅन्सरशी संबंधित वेदना किंवा ऑपरेशन झाल्यावर होणाऱ्या वेदना कमी करण्यासाठी ओपीऑईड्स गटाची औषधे वापरतात. मळमळणे, उलटी होणे, तोंडाला कोरड पडणे, मलावरोध, सुस्ती येणे. जीव घाबरणे यासारखे दुष्परिणामही ओपीऑईड्सच्या सेवनामुळे होऊ शकतात.

झोप आणणारी वेदनाशामक औषधे शरीरक्रिया संथपणे चालवतात त्यामुळे वेदना

समजण्याची क्रियाही कमी होते.

एखादे वेळी रुग्ण जर काही औषधे अगोदरच घेत असेल तर त्या औषधांवर देखील काही वेदनाशामक औषधे परिणाम करू शकतात. म्हणजे दोन्ही औषधांचा एकमेकांवर परिणाम होऊ शकतो. म्हणूनच पेशंटने डॉक्टरांचा सल्ला घेताना तो कोणती औषधे घेत आहे, याची माहिती त्यांना देणे अत्यंत आवश्यक आहे.

मॉर्फिन तोंडावाटे किंवा इंजेक्शनस द्वारेही घेता येते. अवतारच आहेत ही याखेरीज काही वेदनाशामक औषधे मलम किंवा क्रीमच्या स्वरूपात मिळतात. या सर्व औषधांची कार्यपद्धती वेगवेगळी असते.

वेदनाशामक औषधांची कार्यप्रणाली
निरनिराळ्या प्रकारची वेदनाशामक औषधे कसे काम करतात हे आपण प्रथम समजून घेऊ.





पहिला गट - NSHIDS - जेव्हा रुग्णाला अतिशय वेदना होत असतात व वेदनेच्या ठिकाणी सूजपण असते तेव्हा या गटाची औषधे देतात. सूज, संधिवात, हात / पाय मुरगळणे, अर्धशिशू सूज व दाह इत्यादिमुळे रोग्याला वेदना होत असतील तर NSHIDS या गटातील औषधे त्या वेदनांवर उत्कृष्ट इलाज करतात. या प्रकारच्या औषधांमध्ये आयब्युप्रोफिन आणि अॅस्पिरिनचा उपयोग ताप उतरविण्यासाठी

NSHIDS चा दुष्परिणाम

प्रोस्टाग्लॅंडिस रसायनाचे शरीरात एक महत्त्वाचे काम असते. पोटात तयार होणाऱ्या आम्लाचा परिणाम जठराच्या पेशींवर होऊ नये यासाठी हे रसायन आवश्यक असते. त्यामुळे ज्यांच्या जठरावर आम्लाने व्रण पडले आहेत, जखमा झाल्या आहेत, त्यांना ही औषधे देता येत नाहीत.

होतो. (तसे तर अॅस्पिरिन हे रक्त घट्ट होण्यावर प्रतिबंधक औषध आहे.) NSHIDS गटातील औषधे सायक्लोऑक्सि एंझाईम (cox) चा प्रभाव कमी करतात. (cox) हे एंझाईम शरीरात प्रोस्टाग्लॅंडिस हे रसायन तयार होण्यास मदत करते. ह्या रसायनामुळे जखमेजवळ वेदना व सूज उत्पन्न होते प्रोस्टाग्लॅंडीस उत्पन्न होण्याचे प्रमाण कमी झाले की जखमेच्या वेदना आणि जखमेवरील सूज व दाह कमी होत जातो.

दुसरा गट - पॅरासिटामॉल - वेदनाशामक आणि सूज प्रतिबंधक म्हणून पॅरासिटामॉलचा उपयोग केला जातो आणि कधीकधी शरीराचे वाढलेले तापमान कमी करण्यासाठी सुद्धा पॅरासिटामॉल वापरतात. पॅरासिटामॉलचा सुजेवर काहीच परिणाम होत नाही म्हणून रुग्णाला वेदनेचे प्रमाण कमी असेल आणि सूज नसेल तरच हे औषध दिले जाते.

टॉपिकल (स्थानीय) वेदनाशामके - क्रिम किंवा मलमसुद्धा वेदनाशामक औषध म्हणून वापरतात त्यांना टॉपिकल (स्थानीय) सूज निवारक वेदनानिवारक औषध असे म्हणतात. म्हणजे शरीराच्या विशिष्ट ठिकाणी वेदना होत असतील तर तेथील त्वचेवर आपण क्रीम, लेप, मलम लावतो. मांसपेशीच्या वेदना, मुरगळणे, एखादा अवयव आखडल्यामुळे (विशेषतः भाजल्यामुळे आखडण्याची क्रिया होते) या वेदना होतात. संधिवाताच्या विकारांवर सुद्धा



या औषधांचा उपयोग केला जातो. गोळीच्या रूपात असलेल्या औषधाऐवजी सूज निवारक आणि वेदना निवारक असे टॉपिकल औषध कधीकधी डॉक्टर देतात कारण टॉपिकल औषधाचे दुष्परिणाम फार कमी असतात. शिवाय ती गोळीइतकीच परिणामकारक असतात.

टॉपिकल औषधे सूज निवारक जेली, स्प्रे आणि मलमाच्या स्वरूपात उपलब्ध असतात. (आयब्युप्रोफिन डायक्लोफेनॅक ही क्रीटोप्रोफीन युक्त औषधे) जेथे सूज असेल फक्त तेथेच लावावी लागतात. (तोंडावाटे घेण्याची औषधे, इंजेक्शन्स) पूर्ण शरीरावर परिणाम करतात. स्थानीय औषधे फक्त त्वचेवर जेथे लावली जातात तेथेच त्यांचे काम करतात. जेव्हा आपण ही औषधे

त्वचेवरील दुखण्या भागावर लावतो तेव्हा ती औषधे मात्र त्वचेकडून शोषली जातात. ती औषधे जखमेच्या जागी किंवा सूजेच्या जागी खोलवर जाऊन आपले काम करतात आणि मांसपेशींवर इलाज करून वेदना आणि सूज यापासून आपली सुटका करतात.

असे मलम फार कमी प्रमाणात शरीरात जाते. अर्थातच त्यांचे साईड इफेक्टही कमी प्रमाणात होतात.

काउंटर इरिटंट - मेंथॉल, कापूर, मिथाइल सेलिसायलेट, अशा प्रकारच्या औषधांना काउंटरइरिटंट असे म्हणतात. ही औषधे त्वचेवर लावली तर दाह किंवा अत्यंत शीतलपणाचा अनुभवतो. त्यामुळे वेदनेऐवजी आपले लक्ष दुसरीकडे वेधले जाते.

सॅलिसायलेट - अॅस्पिरिनमध्ये वेदनाशामकपणा आणणारे सर्व घटक काही क्रीममध्ये आढळतात. जेव्हा त्वचा सॅलिसायलेट शोषून घेते तेव्हा वेदनेपासून सुटका मिळू लागते. विशेषतः बोट, गुढगे, व कोपरे येथे.

कॅपसिसिन - काळ्या मिरीमध्ये व

ऑपिऑइड्स म्हणजेच गुंगी आणणाऱ्या औषधांमुळे मज्जासंस्थेवर होणार परिणाम लक्षात घ्यायला हवा. या औषधांमुळे शरीरात नैसर्गिकपणे निर्माण होणाऱ्या वेदनाशामक रसायनांचं प्रमाण हळूहळू कमी होत जातं. शिवाय बाहेरून घेतलेल्या वेदनाशामकाचा परिणाम कमी होऊ लागतो. तेवढ्याच वेदनेसाठी जास्त जास्त औषधाची गरज पडू लागते. तसेच या औषधांचे व्यसनही लागू शकते.

स्टिरॉइड्स

या प्रकारची रसायने शरीरात नैसर्गिकपणे तयार होत असतात. हीच रसायने कृत्रिमपणे प्रयोगशाळेत तयार करून ती औषध म्हणूनही वापरली जातात.

यामुळे वेदना, सूज, आग होणे, लाल होणे यावर उपाय होतो. मात्र कृत्रिम स्टिरॉइड्सचा परिणाम आपल्या प्रतिकारशक्तीवर होऊ शकतो. त्यामुळे रोगाची लागण सहजपणे होऊ शकते. त्यामुळे गरज असेल तितकाच, कमीत कमी वापर करावा. या संदर्भात स्थानीय औषधे जरा सुरक्षित मानली जातात.

मिरचीमध्ये असलेले कंपसिसिन हे वेदना निवारक औषधांमधला सर्वात जास्त परिणामकारक घटक आहे. पहिल्यांदाच जेव्हा कंपसिसिन लावले जाते तेव्हा त्वचेवर शहारे येणे किंवा जळजळ होणे असा अनुभव येतो परंतु हळूहळू दाह कमी होत जातो. काही दिवस हे औषध लावले तर त्याचे परिणाम नक्की समजातात.



हिंदी संदर्भ अंक ९८ मधून साभार

लेखिका : पारूल सोनी

अनुवाद : गो. ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य



रुद्र आणि शांतिप्रसाद यांच्या या चेहऱ्यांकडे थोडे लांबून बघा. चेहरे बदलल्यासारखे का वाटतात याचा शोध लावा. त्याचे कारण आम्हाला कळवा.

रंगीत मेणबत्ती सावकाश जळते का?

लेखक : किरण बर्वे

एक दिवस वीज गेली आणि मेधाने आणि सुहृदाने पटकन खुडबुड करून मेणबत्त्या आणल्या. मेधाने पांढरी तर सुहृदाने निळी मेणबत्ती आणली होती, पण मेणबत्ती लावायच्या आतच वीज आली. पण मग एक विचार मनात आला, मेणबत्तीच्या रंगाचा तिच्या जळण्यावर काय परिणाम होतो? रंगीत मेण अशुद्ध असल्याने मेणाचे गुणधर्म त्यात कमी असणार, म्हणून रंगीत मेणबत्ती हळू जळते का? की रंग अधिक ज्वलनशील असेल तर वेगात जळेल? मग काही दिवस प्रयोग करायचे ठरले, तो प्रकल्प कसा करायचा ते पुढे मांडले आहे.

साहित्य : एकाच आकाराच्या, उंची आणि व्यास सारख्या असणाऱ्या मेणबत्त्या एकाच प्रकारच्या (शक्यतो त्याच कंपनीच्या) वेगवेगळ्या रंगांच्या मेणबत्तीचा संच, मेणबत्त्या सारख्या उंचीच्या असाव्यात.

काडेपेटी, घड्याळ, नोंदवही, लिहिण्याचे साहित्य इ.

१. प्रथम पांढरी मेणबत्ती पेटवा आणि घड्याळ लावा. जमिनीपासून दोन से मी पर्यंत किती वेळात जळते ते नोंदवा.

२. मग हाच प्रयोग निळ्या, लाल, पिवळ्या इ. विविध रंगांच्या मेणबत्ती घेऊन करा.

निष्कर्ष काय मिळाला?

जळण्यासाठी लागणाऱ्या वेळातील फरक जाणवण्याइतका आहे का?

फरक आहे असे नक्की ठरवता येत नसेल तर तो घड्याळ बघण्यातील फरकामुळे शंका येऊ शकेल का? फरक कमी दिसला व जास्त दिसला ह्यात घड्याळ बघण्यातील चुकीचा वाटा तुम्हाला ठरवता येत आहे का?

समजा नक्की काहीच ठरवता नाही

आले तर काय कराल?

शक्यतो ह्या टप्प्यापर्यंत तुम्ही केले असेल
तरच पुढे वाचा.

कारण वरील प्रश्नाच्या अनेक
उत्तरांपैकी एक खाली दिले आहे. अनेक
वेळा प्रयोग करून बघणे हा मार्ग आपण
अगोदर वर्णन केलेल्या प्रकल्पांत बघितला
आहे.

विविध रंगांच्या मेणबत्त्या एकाच
ओळीत ठेवा.

आणि दोघा तिघांनी मिळून एकाच
वेळी पेटवा.

ठरावीक वेळाने पट्टीच्या साहाय्याने
मेणबत्त्या किती जळल्या आहेत ते तपासायचे
आहे. जी अधिक, म्हणजे जास्त खालपर्यंत
जळली आहे ती शोधा.

इथे आपण घड्याळ बघण्यातील फरक
काढून टाकला, पण दुसरे एखादे निरीक्षण
करताना झालेल्या बदलामुळे फरक येऊ
शकतो का ?

निष्कर्ष कोणताही येऊ दे त्याचे कारण
शोधा. आता कदाचित तुम्हाला परत प्रयोग
करावासा वाटू शकतो. तुमच्या अनुभवा
वरून मलाही हा प्रयोग परत करावा लागेल.
कारण मला जळण्याच्या वेळात फरक
जाणवलेला नाही. पण तुमचा निष्कर्ष वेगळा



येईलसुद्धा आणि त्यामुळे नंतर मला अधिक
काळजी पूर्वक प्रयोग करायला लागला तर
मला नक्कीच आनंद होईल !

पांढरीच मेणबत्ती वेगवेगळ्या व्यासाची
घेतली तर काय होते? व्यास वेगवेगळा
घेताना घनफळ सारखे घ्यावे लागेल का?
खरे म्हणजे इथे तुम्हाला अजून वेगळे
प्रयोगसुद्धा करता येतील.

मेणबत्तीतील जळणाऱ्या वातीची जाडी
हा घटक किती महत्त्वाचा आहे? कदाचित
हा घटक महत्त्वाचा असू शकतो.

इथे मी नेहमीपेक्षा किंचित वेगळ्या
प्रकारे प्रयोग सांगितला आहे. प्रयोग सोपा
आणि सुटसुटीत आहे मात्र अनेक प्रकाराने
वेगवेगळ्या पैलूंनी विचार करून करता
येण्यासारखा आहे.

करत राहिलो तर अनेक दिशांनी शोध
घेता येईल !

जरूर करा. आणि कळवा.



लेखक : किरण बर्वे, मो. - ९४२३० १२०३४

काझाघानाची गोष्ट

लेखक : संजीवनी कुलकर्णी

एक मुलगी होती. तिचं नाव होतं काझाघाना. तिच्या आई-बाबांनी तिचं नाव काझाघाना ठेवलं होतं. काझाघानाच्या घरात काझाघाना, तिचे आईबाबा आजी आणि आत्या राहायचे. आजीला तिचं हे नाव अजिबात पसंत नव्हतं. तिच्यामते, अर्पिता किंवा प्रियंका नाव ठेवायला हवं होतं. तिने तसे सुचवूनही आईबाबांनी काझाघाना नाव बदललं नव्हतं.

कसलं विचित्र नाव, काझाघाना... अर्थ तरी काही आहे का त्याला?

काझाघाना हे अगदी वेगळं नाव ऐकून लोकसुद्धा विचारायचे, हे कुठल्या भाषेतलं नाव आहे?

आजीनं मग काझाघानाच्या आत्याला विचारलं.

आत्या हसत म्हणाली, अग आई, हल्ली ना दुसऱ्या देशातली नावं ठेवण्याची फॅशन आलीय.

आणि चांगलं आहे की ग हे नाव ! आराधना किंवा सत्यभामा नाही का ठेवत आपण? तसंच काझाघाना. काय हरकत आहे?

आणि, मला काय वाटतं, बहुतेक रशियन नाहीतर जपानी असेल हे नाव. जपानीत नाही का, इकेबाना म्हणातात, फुलांच्या रचनेला. तसंच काहीतरी असेल काझाघाना म्हणजे, नावेतून जाताना दिसणारा नदीचा काठ किंवा पहाटवाऱ्यानं फुलांवरून खाली ठिबकणारं द्रव असा काहीतरी अर्थ असेल बघ त्याचा जपानीत. जपानी लोकांना असं कशाकशातलं सौंदर्य बघायला आवडतं. नाही तर मग, आफ्रिकन असेल, मला नाही बाई माहीत.

लहान होती तोवर काझाघानाला तिच्या नावात काही विचित्र वाटलं नाही. आपलं नाव आपण लहानपणापासून ऐकत असतो, ते आपल्या ओळखीच होऊन जातं. त्यात वावगं असं काही वाटत नाही.

एक गोष्ट मात्र होती. काझाघानाचं नाव आखख्या वर्गात तर सोडाच पण शाळेत दुसऱ्या कुणाचंच नव्हतं. त्यामुळे कुठे नाव सांगायची वेळ आली की मात्र एकदा सांगून पुरत नसे. दोन-दोन तीन-तीनदा सांगावं लागे.

नाव काय तुझं?

काझाघाना

कसला गाना ?

गाना नाही, घाना का झा घा ना !

यावर समोरचा माणूस खांदे उडवे
आणि काय कळत नाही बुवा ! असे चेहेरे
करे.

काझाघानाला तिची आज्ञी, आत्या,
आणि सगळे मित्रमैत्रिणी काजू म्हणायचे.
पण आईबाबा कधीही काजू म्हणत
नसत. ते नीट काझाघानाच म्हणत.

काझाघाना ये न जेवायला.

काजाघाना बाजारात येतेस का
माझ्याबरोबर ?

आलीस का काझाघाना, दसर
कप्प्यात, डबा घासायला ठेवलास ना ?

दमली ग माझी काझाघाना, अंग
कोमट का वाटतंय काझाघाना तुझं ?

काझाघाना जरा कोथिंबीर धुवून दे ग
मला, आमटीत घालायला.

काझाघानाबाई गृहपाठ संपवलात का ?

तर अशी आपली काझाघाना मोठी
होत होती, आता ती सातवीत आली होती.

अजूनही काझाघानाला तिच्या नावाचा
अर्थ काही माहीत नव्हताच. ती अधूनमधून
आईला तर कधी बाबाला विचारायची,

सांग ना ग काझाघानाचा अर्थ काय ?

बाबा, आता तू काझाघानाचा अर्थ
सांगितला नाहीस ना, तर मी बोलणारच
नाही. पण दोघंही आपले हसायचे. शोध ग

तू म्हणायचे.

काझाघानाच्या शाळेत कॉम्प्युटर
होता, इंटरनेट होतं. तिने मग गुगलवरसुद्धा
बघितलं.

काझाघाना असं काही नव्हतं, पण
काझाहाना होतं.

एका जपानी अभिनेत्रीचं नाव होतं.
म्हणजे जपानी भाषेत तरी त्याला काहीतरी
अर्थ असणार.

आईला हे सांगितल्यावर ती विचार
करत म्हणाली, मला चालेल तेही, पण
सध्या काझाघानाच राहू दे. नंतर हवं तर तू
तुझं नाव काझाहाना करायला हरकत नाही.
काझाघाना आता अगदी रडवेली झाली.
अग आई, काय हे ? माझं नाव आहे ते,
त्याला काहीतरी अर्थ नको ? आणि जो
काही अर्थ आहे तो मला माहीत नको ?

आई आता थोडीशी गंभीर झाली ;
म्हणाली, काझाघाना, नाव ही एकच गोष्ट
अशी असते की, ती आईबाबांनी बाळांना
दिलेली असते, आणि ती बाळांजवळच
राहाते. कुणी काढून घेऊ शकत नाही. म्हणून
तुझं नाव काझाघाना ठेवलंय ग आम्ही.

अग पण आई...

काझाघाना तू कुठल्याही अडचणीत
कधीही सापडलीस ना तर पहिली गोष्ट लक्षात
ठेव तुझं नाव काझाघाना आहे.

आईचा आवाजच असा होता की
काझाघानानं पुढे काही विचारलंच नाही.

असेच काही दिवस गेले, आणि मग एका शनिवारी काझाघाना शाळेत आली. शाळेत आल्यापासूनच ती शेवटच्या तासाची वाट पाहत होती. आज शेवटचा तास ग्रंथालयाचा होता. काझाघानाला पुस्तकं वाचायलाच फार आवडायचं. सॅरिटस नावाचं एक पुस्तक तिने ग्रंथालयात कधीपासून हेरून ठेवलं होतं. सॅरिटस नावाच्या एका ग्रहावरच्या साहससफरीची ती गोष्ट होती. काझाघानानं एकदा ते पुस्तक थोडं वाचलंही होतं. तेव्हा ते अर्धही व्हायच्या आत वेळच संपली होती. आज मात्र ती ते पूर्ण करणारच होती.

आज शाळा सुटल्यावर घरी धावत जायचीही फार गरज नव्हती. आईला कामावरून परतायला तसा उशीरच होणार होता. ती साडेसहापर्यंत येणार होती. बाबाला तर मिटींग संपवून यायला साडेआठ तरी वाजणारच होते. तेव्हा आपणही आज शाळा सुटली तरी आणखी थोडा वेळ शाळेतच थांबायचं, असं काझाघानानं स्वतः ठरवून टाकलं.

ठरल्याप्रमाणे

शेवटच्या तासाला सातवीचा म्हणजे काझाघानाचा वर्ग ग्रंथालयात आला. सगळी मुलं आपापल्या आवडीची पुस्तकं शोधायला लागली. काही मुलांना त्यांच्या प्रकल्पासाठी संदर्भ शोधायचे होते, तर काहींना गोष्टी वाचायच्या होत्या. काहींना तर मोठाल्या पुस्तकातली चित्रं नुसती बघण्यातच रस असे. आपापली पुस्तकं ताईकडून नावावर नोंदवून घेऊन मुलं ग्रंथालयात पसरली. काहीजण खुर्चीवर टेबलापाशी बसले, तर काहींनी जमिनीवरच ठिय्या मारला. काहींनी खिडकीपासचा कोपरा मिळवला. काझाघानाच्या मैत्रिणी देविका आणि सोनम जगाचा मोठा नकाशा जमिनीवर पसरून त्यात वेगवेगळी ठिकाणं शोधायला लागल्या.

काझाघानानं ठरवल्याप्रमाणे सॅरिटस उचललं आणि ती एका खांबाला टेकून पाय



पसरून बसली. जरावेळानं शाळा सुटली. काझाघानानं वर मान केली. भिंतीवरच्या घड्याळात पाहिलं. साडेचार वाजले होते. अजून घरी जायला भरपूर वेळ होता.

इतर मुलंमुलीं पुस्तकं परत करायला ताईभोवती जमली. त्यांचा कालवा सुरू झाला.

इकडे काझाघानाची सॅरिटसची सफर रंगात आली होती. फिरत्या तबकडीचं आकाशयान आकाशगंगेचा प्रवास संपवून आता सॅरिटसच्या गुरुत्वाकर्षणात शिरलं होतं.

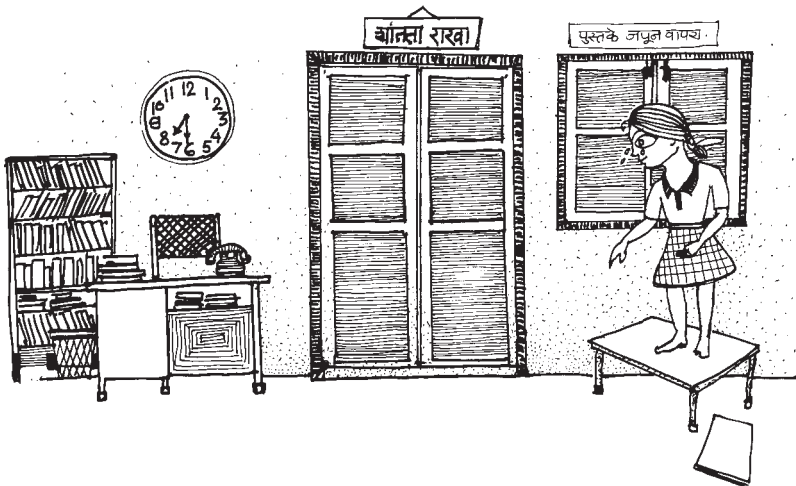
ग्रंथालयाच्या ताई आणखी बराच वेळ नोंदी करत तिथेच असणार, काझाघानानं विचार करत पुन्हा एकदा वर बघितलं, आता ताईभोवती मुलंमुली दिसत नव्हत्या. ताई एकट्याच मान खाली घालून लिहित होत्या. काझाघाना पुन्हा सॅरिटस वाचू लागली.

आणखी बराच वेळ झाला असावा. आता खिडकीतून बाहेर अंधार दिसायला लागला होता. पृथ्वीवरून सॅरिटसवर गेलेल्या मिमामला सॅरिटसवासींनी मित्र म्हणून मान्यता दिली होती. अजून शेवटची पाचसहा पानं शिल्लक होती. काझाघानानं एक जोरदार आळस दिला. तिला वाटलं खायला घरून काहीतरी आणलं असतं तर बरं झालं असतं. वाचतावाचता तोंडात टाकायला मजा आली असती.

अंधार व्हायला लागला होता तरी वाचायला दिसत होतं, पण दिवा लावला तर बरं, नाहीतर आई पुन्हा अंधारात वाचत जाऊ नकोस गं, असं म्हणेल. आत्ता इथं म्हणून बरं.

दिवा लावायला ती उठली आणि...

तिच्या लक्षात आलं की ग्रंथालयात कोणी म्हणजे कोणीही नाहीये.



ताईची खुर्ची रिकामी होती.

गेल्या? अशा कशा गेल्या? तिनं इकडेतिकडे बघितलं.

खांबाच्या आड बसल्यानं दिसलोच नाही की काय आपण ताईना?

आता? काझाघाना जाम घाबरली. ती आधी दाराशी धावली, पण दार तर बंद होतं. ताई बाहेरून कुलूप घालून गेल्या असणार. तिनं दार खडखडवून बघितलं पण काहीच उपयोग झाला नाही. ती खिडकीकडे धावली. ताई जाताना दिसतील आणि आपण हाका मारून थांबवू, पण कसलं काय, ग्रंथालयापासून शाळेच्या फाटकाकडे जाणाऱ्या रस्त्यावर अगदी चिटपाखरूही नव्हतं.

किती वाजलेत? तिनं घड्याळात बघितलं आणि ती घाबरलीच. साडेसात वाजत आले होते. ताई बाहेर पडून निदान तास तरी झाला असणार. त्यात आज शनिवार म्हणजे उद्या कदाचित शाळेत कोणी येणार नाही. तोपर्यंत आपण एकट्याच इथे. इथे तर साधं पाणीही नाही प्यायला. पाण्याचा माठही बाहेरच्या व्हरांड्यात आहे. तिथेही जाता येणार नाही.

काझाघाना आता भयंकर घाबरली. शनिवारची रात्र, मग आख्खा रविवार आणि मग रविवारची अख्खी रात्र आणि मग सोमवार ! तोपर्यंत आपण इथंच !

घराची तिला आठवण यायला

लागली. आई काळजीत पडली असेल. देविका, सोनमकडे तर तिनं एव्हाना चौकशी केलेलीच असेल. पण काझाघाना कुठंय? कुणाला माहीत? असंच उत्तर मिळालं असेल.

आपण काय पाप केलं म्हणून देव आपल्याला अशी शिक्षा करतोय?

देविकाशी आपण भांडलो म्हणून की त्या दोघींबरोबर नकाशा बघायला गेलो नाही म्हणून?

की आणखी काही? आपलं नक्की काहीतरी चुकलं असणार.

सॅरिटसची अजून चारपाच पानं उरली होती, पण आता ती वाचायचा काझाघानाला मूडच नव्हता. पुस्तक बंद करून टाकलं.

पोटात खड्डाच पडला होता. रडू यायला लागलं होतं. सोमवारपर्यंत तर आपण अन्नपाण्याशिवाय जगूच शकणार नाही, आताच केवढी भूक लागलीय.

काझाघाना रडायला लागली.

आता आठ वाजले होते. आई आता काय करेल, कशी शोधेल आपल्याला ?

बिचारी! काझाघाना, काझाघाना काझाघाना अशा हाका मारत असेल.

काझाघाना शाळेतून आलीच नाहीये. आठ वाजून गेले रे आता ! तिनं बाबाला फोन केला असेल. बाबा मिटींग सोडून घरी निघाला असेल.

बाहेरचा अंधार वाढला. पडायला

लागला. पावसाचा रपरप आवाज खिडक्यांवर
यायला लागला.

काझाघानाला आता काहीच सुचेना.
थरथर कापायला लागली होती ती.

नीट रडताही येईना, भीतीनं आणि
नाकाडोळ्यातल्या पाण्यानं तिचा श्वास
कोंडल्यासारखा झाला. आई मला हाक मारत
असेल... काझाघना काझाघाना काझाघाना
काझाघाना ग.

क्षणभर काझाघानाला वाटलं, खरंच
कुणी दाराशी आलेलं आहे की काय, पण
तसं नव्हतं. हा आवाज बहुदा तिच्या
मनातूनच येत होता. सॅरिटसमधल्या लोकांना
एकमेकांच्या मनातलं शब्द न बोलताच
कळायचं. तसं आईच्या मनातलं आपल्याला
मनातच ऐकू येत असेल का?

आई ग, बोल ग माझ्याशी. काय
करू मी आई? बाबांरे, ये ना रे मला
सोडवायला.

बाबा बाबा... आई आई काही तरी
बोला ग माझ्याशी. मी काय करू ते तरी
सांगा.

काझाघाना काझाघाना मनातल्या
मनात काझाघानाला आईच्या हाका ऐकू
आल्या आणि ... तिला आठवलं,
आपल्याला आई म्हणाली होती, कधी
एखाद्या अडचणीत सापडलीस तर आठव
की तुझं नाव काझाघाना आहे. काझाघाना
का झा घा ना ---का झा घा ना.

ती स्वतःच नाव पुन्हा पुन्हा म्हणू
लागली आणि... आणि... आणि...

ती एकदम दचकली.

वेड्या आहोत का आपण? ती एकदम
उठून बसली. तिनं डोळे पुसले. पुन्हापुन्हा
अगदी कोरडे केले. किती घाबरून गेलो
आपण. भीती वाटली की काही सुचत नाही.
आपण काय भित्री भागुबाई आहोत का,
आपण तर काझाघाना आहोत. तिच्या
नावाचा अर्थ तिला एकदम कळला, अगदी
स्पष्ट कळला.

तो एक गुप्त संदेश होता. तिच्या
आईबाबांनी खास तिच्यासाठी दिलेला.

का झा घा ना.

उगाच घाबरलो आपण. ही शाळा
आहे, जंगल नाही. इथे फोन आहे,
ग्रंथालयात. आईला एक फोन केला तरी
झालं. मग आपण एवढा विचार आत्तापर्यंत
का केला नाही? आईबाबा काहीतरी
करतीलच. कदाचित थोडा त्रास होईल,
पण दोन रात्री इथं न खातापिता एकटं ठेवणार
नाहीत कुणीच. क्षमा मागू आपण सर्वांची.
पुढच्या वेळी काळजी घेऊ पण इतकं रडायचं
काय कारण आहे?

काहीही झालं तरी घाबरायचं नाही !
का झा घा ना !



लेखक : संजीवनी कुलकर्णी

अन्नासाठी...

लेखक : अ. चिं. इनामदार

अन्नासाठी दाही दिशा, आम्हा फिरविसी जगदीशा - या काव्यपंक्तीनुसार मनुष्ये आणि प्राणी अन्नासाठी फिरत राहतात. पण वनस्पती काय करतात? त्यांना तर जागा बदलता येत नाही. जिथे कुठे असतील तिथे मिळेल तेवढा प्रकाश, असेल तेवढे पाणी यासह जगण्याचा प्रयत्न त्यांना करायचा असतो. कधी जास्त प्रकाशाला तोंड द्यायचे तर कधी कमी पाण्याला, खाऱ्या पाण्याला. वनस्पतींनी त्यांचे त्यांचे उपाय शोधून काढलेले आहेत. त्यातली विविधता आणि कल्पकता जाणून घेऊया -

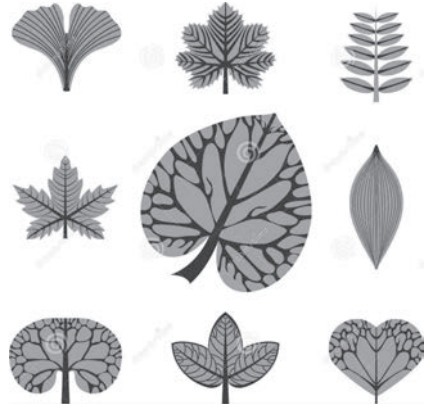
वनस्पतींना पानासारखे अवयव पहिल्यांदा हरिता वर्गीय वनस्पतीत आले. नेचे, अपुष्प व सपुष्प वनस्पतींना खरी पाने असतात. पाने म्हटले की आपल्या डोळ्यापुढे हिरवी, पसरट वस्तू येते. पाने अनेक प्रकारची आहेत.

जातात. पर्णपाते म्हणजे हिरवा, पसरट, पातळ भाग, पानाची कार्ये (कर्बग्रहण, श्वसन व बाष्पोश्वसन) यामुळे होतात.

पानांचे आकार, कडा, टोक, शिराविन्यास यात भरपूर विविधता आहे.

रचना :

पानाचे भाग तीन : पानाचा तळ, देठ आणि पानाचे पाते, पानाच्या तळाने पान खोडाला / फांदीला चिकटलेले असते. पान जून होते, तेव्हा येथेच एका विशिष्ट पद्धतीच्या पेशींची वाढ होऊन नंतर पान गळते. पानाच्या देठाने पर्णपात्याचे वजन तोलले जाते व त्यातून संवहनी ऊतीही

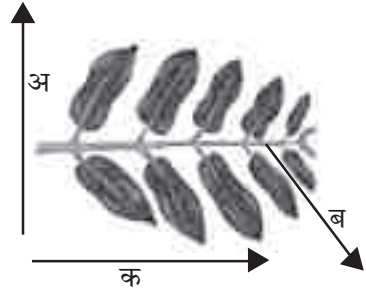


साधी पाने व संयुक्त पाने या दोन प्रकारात हाताच्या पंजाच्या बोटांप्रमाणे (पामेट) व पक्ष्यांच्या पिसांप्रमाणे (पिनेट) असे उपप्रकार आहेत.

कर्बग्रहण करण्यासाठी जास्तीत जास्त सूर्यप्रकाश मिळावा म्हणून पानांची खोडावर विशेष प्रकारांनी मांडणी केलेली असते. त्याचे पाच प्रकार आहेत.

एका आड एक प्रकारात एका पेरावर एकच पान फुटते. (उदा. गवत, मका) समोरासमोर पाने असलेल्यात एका ठिकाणाहून दोन पाने फुटतात. पानांच्या लागोपाठच्या जोड्या काही वनस्पतीत एकमेकांच्या बरोबर वर / खाली असतात (रंगून क्रीपर) तर कधी एकमेकांच्या ९० अंशात असतात (तुळस). सर्पिल पर्णविन्यासामध्ये पाने खोडावर सर्पिल पद्धतीने, एक दुसऱ्यासाठी विशिष्ट अंशांचा कोन करून येतात (आंबा). कणहेर, सप्तपर्णी या वनस्पतीत एका ठिकाणी तीन किंवा अधिक पाने येतात. खोडावर पानांची मांडणी हे आनुवंशिकतेने आलेले गुण असून ते बदलत नाहीत (त्यामुळे ते वनस्पतींच्या वर्गीकरणामध्ये लक्षण म्हणून वापरले जातात.)

पानाचे तीन अक्ष (Axes) असतात. अ) सूर्याकडील किंवा जमिनीकडील ब) मध्यशीर ते दोन्ही कडा आणि क) देठाकडे ते पानाच्या शेंड्याकडे.



पानांची अंतर्गत रचना त्यांच्या कार्याला कशी योग्य आहे हे पाहणेही गंमतीचे आहे. जेथे सूर्यप्रकाश पुरेसा / भरपूर आहे व तो प्रामुख्याने एका दिशेने (उदा. वरून) मिळतो, अशा पानांच्या सर्वात वरच्या थराखाली (बाह्यत्वचा) दंडगोलाकार पेशींचे १ ते ३ एकाखाली एक थर असतात. त्या पेशीत हरितलवके खच्चून भरलेली असतात. (सूर्यप्रकाशाची तीव्रता जितकी जास्त तितकी या प्रकारच्या पेशींच्या थरांची संख्या जास्त असते.) एकमेकांना खेटून असलेल्या या पेशींमुळे सूर्यप्रकाशाचा जास्तीत जास्त लाभ घेतला जातो. या पेशींखाली साधारण गोल किंवा अनियमित आकाराच्या, एकमेकींमध्ये भरपूर मोकळ्या जागा असलेल्या व हरितलवके कमी संख्येने असलेल्या पेशी असतात. मध्यशिरेतून व इतर शिराविन्यासातून संवहनी ऊती पानाला / पेशींना पाणी पुरवतात व तयार झालेले अन्नपदार्थ देठ व खोडाकडे वाहून नेतात.

पानांची रचना



एकाआड एक

सर्पिल

समोरासमोर

झुपकेदार

पानांच्या त्वचेवर पर्णरंध्रे असतात. सामान्यतः खालच्या त्वचेवर त्यांची संख्या वरच्यापेक्षा खूप जास्त असते. पर्णरंध्रांची संख्या खूपच जास्त (१ चौरस मिलिमीटरमध्ये काही शे ते काही हजार असते.)

जेथे सूर्यप्रकाश कमी असतो किंवा एका दिशेकडून न येता पसरलेला असतो अशा पानात दंडगोलाकार पेशी नसतात, फक्त गोलाकार पेशी असतात.

बाष्पोश्वसन

पाने असंख्य कारंज्यांप्रमाणे जमिनीतील पाणी शोषून ते पर्णरंध्रांवाटे हवेत सोडतात. त्यांचे हे कार्य सतत चालत असते आणि प्रत्येक वनस्पती आपल्या कल्पनेपेक्षा कितीतरी जास्त पाणी हवेत बाष्परूपाने सोडते. जमिनीतून शोषलेल्या पाण्यापैकी ९०% पाणी

वनस्पती हवेत सोडतात. स्वच्छ सूर्यप्रकाश व गरम हवामान असलेल्या दिवशी फक्त एका तासात झाडातील १००% पाणी बदलले जाते म्हणजे शोषलेले सर्व पाणी हवेत सोडले जाते. बाष्पोश्वसनाच्या या क्रियेमध्ये वनस्पतींची प्रचंड ऊर्जा खर्च होते पण हे अपरिहार्य आहे कारण श्वसन व कर्बग्रहण क्रियेसाठी पर्णरंध्रे उघडी राहावी लागतात व त्यातून पाणी वाफेच्या स्वरूपात बाहेर जाते. बाष्पोश्वसनाच्या फायदे - तोट्यांबद्दल वाद झाले आहेत व त्याची अपरिहार्यता सर्वांनी मान्य केली आहे.

कर्बग्रहण

हिरव्या पानात हरितद्रव्ये व इतर साहाय्यक रंगद्रव्ये असतात. हरितद्रव्ये प्रकाशातील ऊर्जा शोषून घेऊन तिच्या साहाय्याने

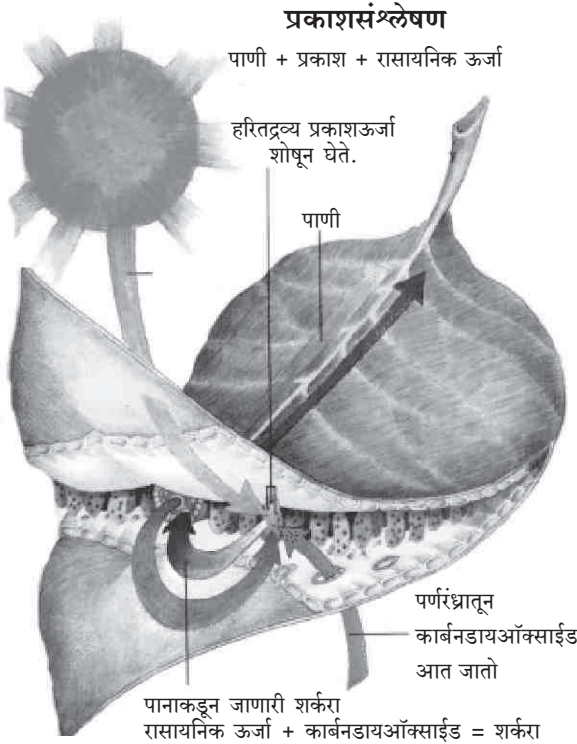
पाण्याचे विघटन करतात. हवेतील CO_2 व पाण्यापासून मिळालेला H_2 एकत्र करून ग्लूकोज ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) तयार करतात. काही ग्लूकोज वनस्पतीच्या चयापचयासाठी वापरला जातो. जास्तीच्या ग्लूकोजचे वेगवेगळ्या शर्करा, इतर पदार्थ (उदा. सेल्युलोज प्रथिने, फॅट्स) व साठवणुकीच्या पदार्थात (उदा. स्टार्च) रूपांतर होते, कर्बग्रहणाच्या क्रियेत ऑक्सिजन व पाणी हे उपपदार्थ तयार होतात.

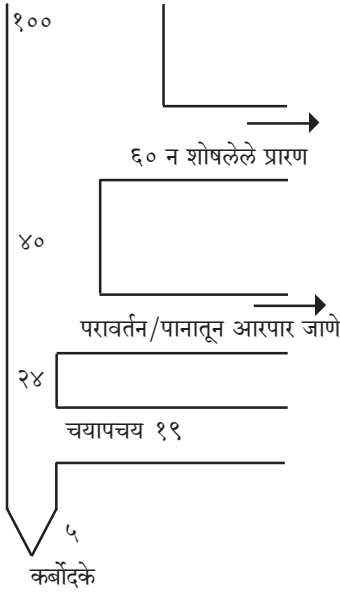
सूर्यप्रकाश कर्बग्रहण क्रियेसाठी आवश्यक असतो हे खरेच पण प्रकाशाच्या

अतिरेकाने (व संबंधित उष्णतेने) वनस्पतींची हानी होते. झाडांना पाणी कमी पडले तर झाडे सुकतात हे आपण पाहतो. एका मर्यादेपर्यंत ती पुन्हा ताजीतवानी होतात पण या मर्यादेपलीकडे ती कायमची सुकतात.

असे असल्याने कमी प्रकाशात वाढणारी झाडे प्रकाश अधिक मिळविण्यासाठी व उष्ण प्रदेशात वाढणारी झाडे उष्णतेचा अतिरेक टाळण्यासाठी अनेक युक्त्या / रूपांतरणे योजतात.

सूर्यापासून विद्युतचुंबकीय प्रारणांचा मोठा पट्टा वितरित होतो. क्रमाक्रमाने मोठी





CO₂, पाणी व रंगद्रव्ये हे घटक आवश्यक आहेत, तसेच योग्य तापमान. यापैकी जो घटक कमी असेल तो कर्बग्रहणाच्या क्रियेचा वेग ठरवितो.

अधिक प्रकाशात वाढणाऱ्या वनस्पती (पर्यायाने अधिक तापमानात वाढणाऱ्या वनस्पती) पाण्याची बचत करण्यासाठी व जास्त तापाने हानी होऊ नये म्हणून प्रयत्न करणार व कमी प्रकाशात वाढणाऱ्या वनस्पती जास्ती प्रकाश मिळावा व त्यांचा जास्तीत जास्त फायदा मिळावा म्हणून प्रयत्न करणार हे उघड आहे. वनस्पतींनी यासाठी अवलंबलेले काही मार्ग आपण पाहू.

तरंगलांबी होणाऱ्या या पट्ट्यात गॅमा रे, एक्स रे, अल्ट्रा व्हायोलेट, दृश्य वर्णपट (जांभळा ते तांबडा रंग) इन्फ्रारेड. मायक्रोवेव्ह व रेडिओ वेव्हज हे तरंग असतात. यातील दृष्ट्या वर्षपटापैकी फक्त ४०० ते ७०० या लांबीचे तरंग वनस्पतींतील रंगद्रव्यांद्वारे शोषले जातात, इतर कमी शोषले जातात. म्हणजे एकूण प्रारणापैकी फार थोडा भाग कर्बग्रहण क्रियेमध्ये वापरला जातो.

पानावर पडलेल्या प्रकाशाचा (व उष्णतेचा, कारण ते एकत्र येतात) फक्त ५ टक्के भाग कर्बग्रहणासाठी वापरला जातो.

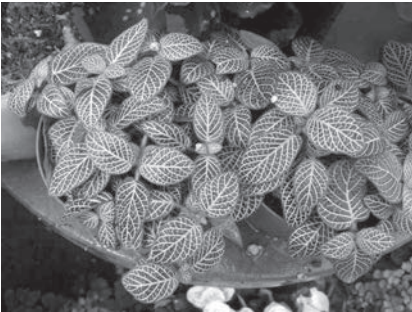
शोषलेल्या आरणांचे भवितव्य काय होते हे सोबतच्या आकृतीत दाखविले आहे.

कर्बग्रहण क्रियेसाठी सूर्यप्रकाश,

कमी प्रकाशात वाढणाऱ्या वनस्पती
काही हरितवर्गीय वनस्पती गुहात, दगडांच्या कपारीत वाढतात. (उदा. सायाथोडियम). त्यापैकी काही अंधारात चकाकतातही. समुद्रात जसजसे खोल जावे तसतसा प्रकाश कमी होतो. अशा ठिकाणी वाढणारी शैवाल वेगवेगळ्या रंगद्रव्यांचे कर्बग्रहण क्रियेसाठी वेगळे प्रमाण दाखवितात. दाट जंगलात जमिनीलगत वाढणाऱ्या वनस्पतींची पाने मोठी आणि रुंद असतात व ती थोडी फिकट हिरव्या रंगाची असतात. अशाच ठिकाणी काही वनस्पतींनी पाने विशिष्ट मांडणी दाखवतात. खालची पाने लांब देठाची व रुंद - लांब असतात तर वरची क्रमाने आखूड देठाची व लहान असतात.

(आकृती) वरच्या पानातून गाळून येणारा प्रकाश खाली पोचतो म्हणून अशी मांडणी. याला 'लीफ मोझाइक' म्हणतात. पानात उभ्या, दंडगोलाकार जास्त हरितलवके असलेल्या पेशी नसतात. पानांच्या बाह्यत्वचेच्या पेशी पारदर्शक व बहिर्गोल असतात, त्यामुळे प्रकाश खालील पेशींवर केंद्रित केला जातो.

पानांनी सूर्याच्या दिशेचा मागोवा घेण्याचा प्रकार काही वनस्पती करतात. (सूर्यफुले सूर्याच्या दिशेला वळलेली असतात असा लोकप्रिय समज आहे व त्यामुळेच हे नाव मिळाले आहे.) असा प्रकार कापूस, सोयाबीन, आणि अंबाडीच्या कुळातील काही रानटी वनस्पती करतात. सूर्य उगवताना यांची पाने पूर्वदिशेला लंबरूपात असतात सूर्याच्या दिशेने वळत राहतात. सूर्यास्ताला ती पश्चिमेकडे वळतात. रात्रीतून ती पुन्हा वळून दिवस उगवताना पूर्वेला वळतात. आकाशात ढग येऊन सूर्य दिसेनासा झाला किंवा प्रकाशात तात्पुरता व्यत्यय आला



तर ही हालचाल होत नाही. पानांच्या अशा हालचाली - ती जेथे फांदीला देठाने जोडली जातात, त्या देठाच्या तळाशी फुगीर पेशींचा एक पुंजका असतो, त्यातील पाण्याच्या कमी जास्त होण्याने होतात. (लाजाळूची पाने स्पर्श झाला किंवा जोरात पाणी पडले तर मिटतात ती याच कारणामुळे).

प्रकाश संश्लेषणासाठी आवश्यक असलेली रंगद्रव्ये (क्लोरोफिल्स, कॅरोटिन व झॅथोफिल्स वेगवेगळ्या लांबीचे प्रकाशतरंग ग्रहण करतात. त्यामुळे दाट पर्णसंभारामुळे गाळून खाली येणारा प्रकाश वापरणाऱ्या वनस्पती, गुहांसारख्या अंधाऱ्या ठिकाणी वाढणाऱ्या वनस्पतीत रंगद्रव्यांचे प्रकार तेच असले तरी त्यांचे प्रमाण वेगवेगळे असते. सामान्यपणे कमी प्रकाशात वाढणाऱ्या वनस्पतींची पाने मोठी, रुंद असावी हे समजण्यासारखे आहे.

अधिक प्रकाशात (उष्णतेत) वाढणाऱ्या वनस्पती

अधिक प्रकाशात वाढणाऱ्या वनस्पती कमी प्रकाश (म्हणजे कमी उष्णता) शोषला जावा यासाठी वेगवेगळे मार्ग शोधतात अधिक उष्णतेमुळे पाण्याचे बाष्पोश्चसन होऊन पाण्याचा तुटवडा निर्माण होतो व त्याचा पुरवठा झाला नाही तर झाड सुकते. त्यामुळे पाणी बाहेर जाण्याला अटकाव करणे व कमी प्रकाश शोषणे या दोन्ही गोष्टी

साधण्यावर या वनस्पती भर देतात.

कोरड्या जमिनीत किंवा पाण्याच्या अभावात वाढणाऱ्या वनस्पतींची तीन प्रकारात विभागणी करता येते.

काही वनस्पती 'पळपुट्या' असतात म्हणजे पाण्याचा प्रत्यक्ष अभाव जेव्हा जाणवेल त्याच्या आत त्या आपले जीवनचक्र उरकून येतात व अभावाचा काळ बियांच्या स्वरूपात घालवितात. अशा अल्पजीवी वनस्पतीची मुळे उथळ, पाने मोठी असतात पावसाळ्यापूर्वी आपल्याकडे उगवणाऱ्या इफिजिनिया, काही अमरी वगैरे याची उदाहरणे आहेत.

दुसऱ्या प्रकारच्या वनस्पती मुळे, खोड, पाने इत्यादीत पाणी साठवून ठेवतात व ते वापरतात. शतावरी (मूळ) कॅक्टस (खोड), घायपात, कोरफड (पाने), वगैरे याची उदाहरणे आहेत.

तिसऱ्या प्रकारच्या वनस्पती पाण्याच्या अभावाला वर्षानुवर्षे तोंड देतात. यांच्यात खाली वर्णन केलेली अनेक लक्षणे व रूपांतरणे आढळतात.

पानांचा रंग पांढरा असेल तर प्रकाशाचे परावर्तन होऊन कमी प्रकाश शोषला जाईल. सिल्व्हर ओक, निरगुडी यात काही प्रमाणात पांढरी पाने दिसतात.

पानांच्यावर मेणासारख्या पदार्थाचा, क्युटिन व क्युटिकल यांसारख्या पदार्थांचा थर रुई, घायपात इत्यादीत दिसतो. हे पदार्थ

सूर्यकिरणांचे परावर्तन करणे व पाणी वाचवणे ही दोन्ही कामे करतात.

पानांच्यावर लव किंवा केस असले तर प्रकाशाचे शोषण मर्यादित ठेवून शिवाय पाणी बाहेर जाणे वाचविले जाते. पानांवरच्या केसांचे अनेक प्रकार आहेत. एकपेशीय, बहुपेशीय, एका थराच्या जाडीचे, दोन ते अनेक थरांचे, सरळ, बनलेले असे कितीतरी प्रकार केसात दिसतात.

या वनस्पतीत आकाराचे केस पानांच्या खालच्या पृष्ठभागावर असतात. कण्हेर वनस्पतीत पर्णछिद्र खालच्या पृष्ठभागावर असून ती एकमेकांत गुंतलेल्या, वळलेल्या केसांनी संरक्षित केलेली असतात. साइस प्लॅंट मध्ये पानांवर नाजूक, मखमली केस असतात.

पाने खोडावर ज्या कोनात येतात त्यावर किती प्रकाश शोषला जाईल हे ठरते म्हणजे पाने खोडाला लंबरूपात असतील जर जास्त प्रकाश शोषला जाईल आणि जसजसा हा कोन कमी होईल, तसा कमी, शुष्क प्रदेशात वाढणाऱ्या वनस्पतींची पाने



खोडाशी कमी कोन करतात.

पाने जर गुंडाळलेली असतील तर त्यांच्या आतील भाग संरक्षित राहतो तसेच घड्या असलेल्या पानांचेही, ताडांच्या काही प्रकारात अशी पाने आहेत. फॅन पाममध्ये घड्या असलेली पाने असतात.

काही वनस्पतीत दोन प्रकारची पाने येतात हिवाळ्यात येणारी पाने - हिरवी, केसरहित असतात. तर उन्हाळ्यात येणारी पाने पांढुरकी केसाळ असतात.

पानांचा आकार लहान करण्याने प्रकाशाचे शोषण कमी होते. बोरासारख्या झाडात हे दिसते. याचे टोकाचे उदाहरण म्हणजे पाने पूर्णपणे नाहीशी करून त्यांचे रूपांतर शल्कपर्णात करणे (शतावरी) व पानांचे काम खोडावर सोपविणे (निवडुंग) निवडुंगाचे काटे ही रूपांतरित पाने आहेत.

सलग मोठ्या पानाऐवजी संयुक्त पाने असली तर प्रत्येक पर्णिकेचा आकार लहान होतो. हाताच्या बोटाप्रमाणे असलेल्या संयुक्त पानांत पर्णिकांची संख्या एक (लिंबू) दोन (इरॉर्निया) तीन (बिल) चार (मार्सिलिया-एक नेचा) पाच (शाल्मली) सात (सातवीज)



अशी बदलते तर पक्ष्यांच्या पिसांप्रमाणे संयुक्त पाने असलेल्या वनस्पतीत पर्णिका मुख्य (चिंच) दुसऱ्या (बाभूळ) तिसऱ्या (शेवगा) अशा देठांवर विविध प्रकारात बनतात.

पानगळी वृक्ष आपली सगळी पाने टाकून देतात व त्यांना नंतर नवी पालवी येते. पाण्याचे दुर्भिक्ष्य असेल तेव्हा, कडाक्याच्या थंडीत व उन्हाळ्यात पाने जून होऊन गळतात. पांगारा, शाल्मली (काटे सावर) इत्यादि वृक्ष उन्हाळ्याच्या सुरुवातीला पाने टाकतात. पांगार्याला 'फ्लेम ऑफ दि फॉरेस्ट' असे नाव आहे कारण ऐन उन्हाळ्यात पूर्ण निष्पर्ण झाडावर लालभडक फुले फुलतात. काही झाडात पाने टाकून नवीन पाने येण्याची घटना एका ऋतूत दोन किंवा अधिक वेळा घडते.

मॅग्नोव्ह (खाजणातल्या) वनस्पती खाडीत व आपल्याकडे उष्ण, सम हवामानात वाढतात. पाण्यातील क्षारांचे प्रमाण फार असल्याने पाण्यात / चिखलात वाढत असूनही त्यांना पाण्याच्या प्रभावाला (Physiological drought) तोंड द्यावे लागते. शरीरात मोठ्या प्रमाणात शिरणाऱ्या क्षारांचा काही प्रमाणात निचरा करण्यासाठी या वनस्पतीत क्षारग्रंथी असतात. नेचाच्या पानांच्या पाठीमागे शिरांच्या अखेरीस पांढरे ठिपके असतात तेथे चुनखडी (कॅल्शियम कार्बोनेट)चे क्षार जमा होतात. वड, कण्हेर इत्यादि वनस्पतीत कॅल्शियम कार्बोनेट,

कॅल्शियम ऑक्झलेटचे स्फटिक असतात.

कर्मग्रहणाचे प्रकार

कर्मग्रहण क्रियेचे तीन प्रकार वनस्पतींत आढळतात. ते प्रकाशाची उष्णतेची तीव्रता व पाण्याची कमी जास्त उपलब्धता यावर अवलंबून आहेत. त्यांना C3, C4 (HSK) व CAM पाथवे अशी नावे आहेत.

C3 किंवा केल्व्हिन सायकल पाथवे अनुसरणाऱ्या वनस्पतींना हे नाव मिळाले आहे. कारण कर्मग्रहणक्रियेत प्रथम ओळखू येणाऱ्या सेंद्रिय संयुगात (३ फॉस्फोग्लिसरेट) ३ कार्बन अ‍ॅटम्स आहेत. समशीतोष्ण कटिबंधात, मध्यम प्रकाशात वाढणाऱ्या वनस्पतीत हा मार्ग असतो.

C4 किंवा HSK पाथवे वापरणाऱ्या वनस्पती उष्ण कटिबंधात, अधिक तीव्र प्रकाशात वाढतात. या वनस्पतींच्या पानांची अंतर्गत रचना C3 पेक्षा वेगळी असते व त्या अधिक उच्च तापमानात कर्मग्रहण करू शकतात. या प्रकारात ओळखू येणारे पहिले सेंद्रिय संयुग ऑक्झॅलो अ‍ॅसिटेट आहे, ज्यात कार्बनचे ४ अणू आहेत. अन्न पुरवठा करणाऱ्या मुख्य वनस्पतीत (गहू, तांदूळ, वगैरे) हा प्रकार दिसतो. कर्मग्रहणाचा हा प्रकार C3 पेक्षा अधिक सक्षम आहे. C3 व C4 प्रकार वनस्पती परिस्थितीप्रमाणे बदलू शकतात असे हल्ली मानले जाते.

कर्मग्रहणाच्या तिसऱ्या प्रकाराला

CAM (क्रॅसुलेशियन अ‍ॅसिड मेटॅबॉलिझम) म्हणतात. कॅक्टस, शेर, अननस, घायपात व निवडुंग इत्यादि वनस्पतीत हा मार्ग वापरला जातो. या वनस्पती जास्त तापमानात व पाण्याच्या अभावात वाढतात. दिवसाच्या जास्त उष्णतेत बाष्पोश्वासनाने जास्त पाणी बाहेर पडू नये म्हणून या वनस्पतींची पर्णरंध्रे रात्री उघडी आणि दिवसा बंद असतात. (रात्री) शोषलेल्या CO₂ चे विकरांच्या साहाय्याने सेंद्रिय आम्लात (मॅलिक अ‍ॅसिड) रूपांतर करून ते पेशींच्या पोकळीत (रिक्तिकेत) साठविले जाते. दिवसा त्या आम्लापासून CO₂ मिळवून C3 पाथवे प्रमाणे कर्बोदके तयार केली जातात.

प्रकाशाच्या तीव्रतेप्रमाणे उपलब्ध पाण्याचा वापर या तीन प्रकारात वेगळा आहे. एक ग्रॅम कर्मग्रहणासाठी वापरण्यासाठी या ३ प्रकारात खालीलप्रमाणे पाणी लागते.

CAM : ५० ते १०० ग्रॅम्स,

C4 : २५० ते ३०० ग्रॅम्स आणि

C3 : ४०० ते ५०० ग्रॅम्स.

कर्मग्रहण क्रिया तर टाळता येत नाही आणि सभोवतालची परिस्थितीही (प्रकाश / उष्णता आणि पाण्याची उपलब्धता) बदलता येत नाही. या दोन्हींची सांगड घालण्यासाठी वनस्पतींनी किती वेगवेगळे मार्ग वापरले आहेत ना !

लेखक : अ. चिं. इनामदार,
वनस्पतीशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक.

विद्यार्थी, शिक्षक आणि पालकांसाठी रोचक, प्रेरक गणिती गप्पा

पुस्तक परिचय : किरण बर्वे

आपल्या
समाजात गणिताकडे
दुराव्याने, भीतीने,
अनावश्यक अवडंबर
माजवून बघितले
जाते. गणित विषय
अवघड आहे, असे
इतक्या
लहानपणापासून
बिंबवले जाते की
आपल्याला गणित

आवडले तरच आपण हुशार आहोत अन्यथा
नाही, अशीहि समजूत आहे. गणिताबद्दल
उगाचच बाऊ केला जात आहे. कदाचित
त्यामुळेही असेल वा खरे महत्त्व जाणवून
असेल, पण आजकाल 'मुलांना गणित नीट
यायला हवे' असे जाणवणारे पालक, शिक्षक



वाढत आहेत.
त्यासाठी विशेष
प्रयत्न करू लागले
आहेत. हे प्रयत्न
योग्य दिशेने व्हायला
हवे असतील तर
'गणित म्हणजे नेमके
काय' ह्याची
अनुभूती असणाऱ्या
आणि प्रेमाने
समजावून सांगणाऱ्या

व्यक्तीच्या मार्गदर्शनाची गरज असते. डॉ.
मंगलाताई नारळीकर यांची गणिती गप्पा-
भाग १ व २ ही पुस्तके असे मार्गदर्शन
चपखलपणे आणि रोचकतेने करतात.
आंतरराष्ट्रीय गणितवर्षानिमित्त डॉ. मंगलाताई
नारळीकर यांनी लोकसत्तात सदर लिहिले.

त्या सदराचे संकलन या पुस्तकांत केले आहे. आंतरराष्ट्रीय गणितवर्ष साजरे करण्याचा सुपरिणाम दीर्घकाळ घडवणारा हा उपक्रम होता. ह्या सदरातील लेखनरूपी ठेवा वाचकांना सवडीने, शांतपणाने आस्वादता, अभ्यासता यावा ही महत्त्वाची गरज, हे पुस्तक प्रकाशित करून राजहंस प्रकाशनाने पूर्ण केली आहे.

शिक्षणासंबंधी तीन घटक महत्त्वाचे आहेत ते म्हणजे सर्वप्रथम विद्यार्थी, त्यानंतर शिक्षक आणि पालक. या तिघांशी मारलेल्या गणिताबद्दलच्या गप्पा असेच पुस्तकांचे स्वरूप आहे. मालतीबाई ह्या अनुभवी शिक्षिका, आनंद, त्याचे आई-वडील, हर्षा, तिची आई अशा प्रकारे ह्या तीनही घटकांचे प्रतिनिधित्व करणारी पात्रे गप्पात सहभागी होतात. विद्यार्थ्यांपर्यंत गणित पोचते. पालक आणि शिक्षकांच्या गैरसमजुती दूर होत होत, पुढचे पुढचे विषय समजावून घेत, त्यांची ओळख करून घेत, विविध आकर्षक वळणे घेत गप्पा रंगत जातात. पुस्तक रंजक आहे, मात्र गणितातील सुट्या सुट्या गंमतीचे नाही. एका दिशेने गणितातील कल्पना स्पष्ट करत अधिक सखोल विषय मांडत जाणारे आहे. ह्या पुस्तकावर आधारित अभ्यासक्रम ठरवून अभ्यास करता येईल, अशा प्रकारचे हे पुस्तक आहे. अशी पुस्तके मराठीत खूपच कमी आहेत. या पुस्तकातील एकसूत्रता समजावून घेऊन आपण पुस्तक वाचायला,

अभ्यासायला हवे. दोन्ही भागात क्रमिक अभ्यासक्रमातील महत्त्वाचे भाग आले आहेत. त्या अर्थाने पुस्तके अभ्यासक्रमाला पूरक आहेत. मात्र अभ्यासक्रमात असलेल्या विषयापासून सुरवात करून अधिक सखोल विषयही नेमकेपणाने, तरीही रंजकतेने हाताळलेले आहेत.

पहिला भाग

पहिला भाग ५ ते १२ वर्षांच्या मुलांसाठी आहे. त्यात मोजणे, पाढे, भागाकार, अपूर्णांक, समीकरण असे अंकगणितातील विषय आहेत. 'पाठांतर करणे गैर आहे' असा समज हल्ली वाढीला लागतो आहे. निदान १ ते १० पाढे पाठ का करायचे, हे त्या पाठांतराने होणारे फायदे सांगून समजावले आहे. तसेच ह्या प्रत्येक विषयामध्ये कोणत्या कोणत्या कल्पना आहेत, त्यांचा आधार कोणता, त्यांचा व्यवहाराशी असलेला संबंध उलगडून दाखवला आहे. 'का'चे उत्तर मिळाल्याशिवाय 'कसे' करायचे शिकवले तर मुलांनाच काय कोणालाही पटणार नाही, आपले वाटणार नाही. अशी उत्तरे क्रमाने दिल्याने पुस्तक मुलांना जवळचे वाटते. त्यामुळे जर वाचकांनी कल्पना समजावून घेतल्या, त्यासाठी कष्ट घेतले तर पुढील अभ्यास चांगला होईल. अपूर्णांक हा जरा अवघड विषय आहे. ते सुंदर समजावून सांगितले तर आहेतच आणि त्यासोबतच्या

चित्रांमुळे कोणता अपूर्णाक लहान वा मोठा, एकाच किमतीचे वेगवेगळ्या पेहेरावातील अपूर्णाक अगदी कायम लक्षात राहू शकतील. त्याच बरोबर गणितातील क्रिया, कल्पना उमजण्यासाठी सोपी सोपी उदाहरणे, तंत्रे सांगितली आहेत. लसावी मसावी नावाचे राक्षस असे मुलांच्याच शब्दात मंगलाताई सहजी म्हणतात. मुलांसाठीच्या पुस्तकात त्यांचे विचार आणि भाषाही यावी. आणि मग हे गैरसमज दूर करावेत असाच त्यामागचा विचार असणार.

भूमितीला सुरवात, नकाशाच्या अभ्यासातून, परत एकदा व्यवहाराशी जोडूनच केली आहे. मुलांच्या सामान्य ज्ञानाचा आधार घेऊन पुढे मात्र जरा वेगात मजल मारली आहे. ह्या प्रवासात त्रिकोणमितीसारखा, इमारतीची उंची मोजण्याचा भाग येतो. पायथागोरसच्या प्रमेयाच्या विविध सिद्धता, भास्कराचार्यांचे गणित असे सर्व आले आहे, त्यात अगोदर शिकलेली समीकरणे सोडवण्याचा उपयोग केलाय. समीकरणांचा सी- सॉशिशु, इथे उंच उंच चढतो आणि कल्पनांचा हिंदोळा मजा करत राहतो. पालक आणि शिक्षकांची मदत अगोदरच्या भागात थोडी आवश्यक होती, इथे ती अनिवार्य असणार आहे.

मुलांसाठीच्या ह्या पुस्तकात गंमती, खेळ, कोडी आहेत पण त्यात ही सूत्र आहे. एका घरात एक दाणा, दुसऱ्यात दोन,

तिसऱ्यात तीन अशा प्रकाराने घेत गेले तर त्यांचा पुरवठा करणे अशक्य होते, ही बिरबलाची गोष्ट प्रसिद्धच आहे. केवळ ती सांगून न थांबता अंकगणितीय श्रेणी आणि भूमिती श्रेणीचा उल्लेख आहे. साध्या साध्या क्षमता विकसित झाल्या की मोठी झेप घेता येते हे इथे दिसून येते.

गणिती गप्पा भाग २

यामध्ये द्विमान संख्या, दशमान पद्धत, विभाज्यता, सरासरी, गुणोत्तर, प्रमाण, कंपास आणि पट्टीच्या साहाय्याने करावयाच्या रचना हे अभ्यासक्रम-पूरक विषय आहेत. सरासरीची कल्पना, सरासरीचे विविध प्रकार पैलू उलगडत, मस्त शिकवली आहे. टक्केवारी, नफातोटा इ. सम, व्यस्त प्रमाण यांचेच उपयोग आहेत हे लक्षात आले, की विद्यार्थी हे सर्व वेगवेगळे शिकण्याच्या ताणातून मुक्त नक्कीच होतील. कंपास आणि पट्टीच्या साहाय्याने करावयाच्या रचनासुद्धा जरा वेगळ्या आहेत. त्यातही वर्गमूळ काढण्याची भौमितिक पद्धत, गणिताचे अंकगणित, भूमिती, बीजगणित असे सुटे सुटे भाग नसतात, हे स्पष्ट करणारी आहे. ह्या रचनेचा अभ्यास करताना विद्यार्थ्यांचा आवाका वाढेल.

अन्य विषयात महत्त्वाचे म्हणजे संख्याशास्त्र ह्या व्यवहारोपयोगी गणिताची तोंड ओळख. त्यात आलेख आणि

शक्यतांचा विचार आहे. आणि ह्या विषयात शालेय गणितापुढची झेप आहे. पुस्तकातील प्रत्येक विषय इथे मांडला तर मग मजा कमी होईल आणि कदाचित माझ्या मांडणीमुळे रस कमीसुद्धा होऊ शकेल. प्रत्यक्षच वाचणे चांगले, खरे ना ! एकाद्या मॉलमध्ये फिरताना होते तशी, ‘हे बघू का’ ते आणि ‘जरा जास्त माहिती घेऊन काय काय विकत घेऊ’ अशीच अवस्था ह्या पुस्तकाच्या पानापानातून व्हावी. सुंदर सुंदर वेष्टनातील गोष्टींचा आस्वाद घेताना, हे गणित शिकू का ते असे वाटावे हीच अपेक्षा आहे. (आणि इथे मजेने केलेल्या अभ्यासावर सर्वच फ्री).

घड्याळाचे गणित १ आणि २

हा भाग माझ्या मताने सर्वात छान आहे. केवळ वेगळ्या आकड्यांचे, ०, १, २ ते ६ परत ०. अशी घड्याळे आणि त्यांच्यातील बेरीज वजाबाकी इथे न थांबता, दोन कोडीवजा गणिते सोडवून दाखवली आहेत. काटे आहेत त्याच्या विरुद्ध, तास काटा मिनिट काट्याच्या जागी आणि मिनिट काटा तास काट्याच्या जागी आला, या संबंधी प्रश्न काही स्पर्धा परीक्षात विचारले जातात. बीजगणित वापरून त्याचे उत्तर काढले जाते. सामान्य ज्ञानावर, योग्य तर्कावर आधारित सोडवण्याची पद्धत नक्कीच उद्बोधक आहे. सुबोध विवरण करून बाकीचे प्रमेय शिकवले आहे. हे प्रमेय विनाकारण पदवी

अभ्यासक्रमापर्यंत शिकवले जात नाही, मात्र त्यावर आधारित कोडी फार लहान वयात समोर येतात. अशी महत्वाची कोडीवजा गंमत इतकी सहज आणि सुगम करून सांगितली आहे, की खरेच गणित किती सुंदर आणि सोपे आहे हे पटावे.

सदराच्या संकलनाचे पुस्तक करताना काही धडे अजून वाढवले असते, त्यात भर टाकली असती तर बरे झाले असते. सात पूल... आणि त्यांच्यावरून जाणारा मार्ग ह्यामध्ये अजून विवरण चालू शकले असते. त्याच धड्यात एक निरीक्षण नोंदवून ते विशिष्ट कोडे आणि तसेच अजून एक कोडे सोडवले आहे. त्याचे सामान्य नियमात सहजी रूपांतर होऊ शकते. जर प्रत्येक भागातून निघणाऱ्या आणि येणाऱ्या मार्गांची एकत्रित संख्या सम असेल तर कोड्यात विचारलेला मार्ग नक्कीच शोधतो येतो, हे मांडले असते तर? कारण हा गुणधर्म जणू काही सिद्ध करूनच कोडे सोडवलेले आहे. आलेखाच्या धड्यात अगोदर झालेल्या सम प्रमाण आणि व्यस्त प्रमाणातील संख्यांचे आलेख काढता आले असते. मात्र अजून अजून.. ही उतरंड कुठे थांबवायची हा अधिकार लेखिका आणि प्रकाशकांचाच ! मात्र श्रीखंड स्वादिष्ट झाले की मगच केशर सढळ आहे वा नाही, हा विचार मनात येऊ शकतो. तसाच काहीसा आहे वरचा निर्देश.

गणितापेक्षा वेगळा एक मुद्दा: थोडी

गंमत आणि थोडी खंत ह्या धड्यातील खंत पुरेशी जाणवत नाही. ज्यांना सहजी चांगले शिकता येत नाही, त्यांचा उल्लेख येतो पण त्याचा विद्यार्थी व पालकांशी येणारा संबंध अगदीच निसटता येतो.

लेखिकेची भाषा माजघरातील वाटावी, अशी सौम्य पण श्रीमंत आहे. अगदी सोपे लिहिणे शक्य होते कारण त्या मागे साधना असते. आणि जर दृष्टिकोन हळूहळू शिकवावे, शिकवून शहाणे करावे असा असला की ते शक्यही असते. ह्या भाषेत 'मुलांच्या सारखेच लिहावे' हा अट्टहास नाही, मात्र तसे लिहिण्याचा संकोचसुद्धा नाही. इंग्रजी शब्द कमी आढळतात, जर अर्थवाही आणि रूढ मराठी शब्द नसेल तरच इंग्रजी शब्द वापरले आहेत. हे आवर्जून सांगायचे कारण की भाषेबद्दलची ही समतोल दृष्टी (निदान माझ्या मते) कमी होत आहे का? असे वाटण्यासारखी परिस्थिती आहे.

जरूर वाचावे, अभ्यासावे आणि अर्थातच संग्रही ठेवावे असे पुस्तक लिहून मराठीत मोलाची भर टाकली ह्याबद्दल डॉ. मंगलाताई नारळीकर यांचे मनापासून आभार!

(उदाहरणादाखल या पुस्तकातील दोन प्रकरणे पुढे देत आहोत.)

चिन्हांचा गोंधळ

लेखक : डॉ. मंगलाताई नारळीकर

आज हर्षा जरा वैतागलेली दिसली. ती म्हणाली, “या अधिक-उणे चिन्हांचा फार वैताग असतो बाई. माझा गोंधळ होतो, नीट लक्षात रहात नाही, गणित चुकतं.”

“अनेक संख्या अधिक किंवा उणे चिन्ह दिलेल्या असतात, त्यांची बेरीज किंवा वजाबाकी चुकते का?” मालतीबाईंनी विचारले.

“नाही, ते जमतं मला. सगळ्या अधिक चिन्ह असलेल्या संख्यांची बेरीज करायची, सगळ्या उणे चिन्ह असलेल्या संख्यांची बेरीज करायची, मग त्या दोन संख्यांच्यापैकी जी मोठी असेल तिच्यातून लहान संख्या वजा करायची, उत्तराला मोठ्या संख्येचं चिन्ह मिळतं, हे मला माहीत आहे.” हर्षा म्हणाली.

“५+७-३+२२-८-४ अशी मोठी पदावली असेल, तर उत्तर मिळवता येत ना?” असे बाईंनी विचारताच “हो, ५ ला चिन्ह नाही दिलेलं, तर ते अधिक समजायचं, ५, ७ आणि २२ ची बेरीज ३४ आहे, ३,

८ आणि ४ या वजा चिन्हांच्या संख्यांची बेरीज १५ आहे. मग ३४ मधून १५ वजा करायचे, उत्तर १९ येतं.” हर्षाने सावकाश बेरजा व शेवटी एक वजाबाकी करून उत्तर दिले.

“याचा अर्थ समजतो का पण?” असे बाईंनी विचारताच नंदू चटकन म्हणाला, “या वजा चिन्हाच्या संख्या असतातच कशाला?”

“त्यांचा अर्थ समजणं महत्वाचं आहे. समजा एखाद्याजवळ १०० रुपये असले, तर त्याच्याजवळ +१०० रुपये आहेत, पण त्याला जर १०० रुपयांचं कर्ज असेल, किंवा तेवढं देणं असेल, तर त्याच्याजवळ -१०० रुपये आहेत, म्हणजे तेवढं कर्ज आहे. त्याच्याजवळ एकाच वेळी कर्ज आणि खिशात पैसे असणार नाहीत, असं मानलं पाहिजे. म्हणजे त्याला जर १०० रुपये कर्ज असताना ४० रुपये मिळाले, तर ते कर्ज फेडण्यात जातील व कर्ज कमी होऊन ६० रुपये कर्ज किंवा -६० रुपये त्याच्या जवळ उरतील.”

बाईंच्या म्हणण्यावर विचार करत मनीषा म्हणाली, “मघाच्या पदावलीमध्ये त्या माणसाला ५, ७ आणि २२ रुपये मिळाले, तर ३, ८ आणि ४ रुपयांची कर्ज झाली. म्हणून एकूण ३४ रुपये मिळाले, त्यातले १५ कर्जापोटी गेले, मग एकूण १९ रुपये उरले असंच ना?” “अगदी बरोबर.”

बाई म्हणाल्या.

“मिळालेल्या रुपयांपेक्षा कर्जाचे रुपये जास्त असले तर?” सतीशने विचारले. “मग कर्ज मिळालेल्या रुपयांएवढे कमी झालं असतं, पण कर्ज शिल्लक उरलंच असतं, म्हणजे एकूण वजा संख्या उरली असती.”

“हे सोपं आहे समजायला, पण (+) (-४) किंवा (-) (+४) असं करताना गोंधळ होतो ना!” हर्षा म्हणाली. सतीशने सल्ला दिला, “अगं, अधिक गुणिले वजा बरोबर वजा, वजा गुणिले अधिक बरोबर वजा, तसंच वजा गुणिले वजा बरोबर अधिक हे नियम पाठ करून टाक, मग सगळं ठीक होईल.”

“इथे जरा सावकाश विचार करू. +(-). म्हणजे आपण ४ रुपयांचं कर्ज मिळवतो म्हणजेच ४ रुपये वजा करतो, म्हणून अधिक गुणिले वजा हे एकूण वजा होतात. तसंच -(+४) म्हणजे असलेले ४ रुपये देऊन टाकतो, म्हणजे वजा करतो.” बाई म्हणाल्या.

“पण वजा गुणिले वजा हे अधिक कसे होतात?” हर्षाने विचारले.

“तेही पाहू या. -(-४) म्हणजे आपण काय वजा करत आहोत? तर -४ हे वजा करत आहोत, किंवा ४ रुपयांचं कर्ज वजा करत आहोत. कर्ज कसं बरं वजा होतं?”

“रुपये मिळाले, की ते कर्ज फेडण्यात जातात.” मनीषा म्हणाली.

“मग ४ रुपयांचं कर्ज वजा करणं आणि ४ रुपये मिळवणं हे सारखंच आहे, म्हणून वजा गुणिले वजा बरोबर अधिक होतात. हे पटतं का?” बाईंनी दिलेली समजूत पटलेली दिसली.

“अशा गणिताचा उपयोग नेहमी पैशाचे व्यवहार करतानाच होतो का? म्हणून गणिती लोक फार हिशेबी वृत्तीचे असतात, अशी टीका होत असावी.” मनीषाचा शेरा ऐकून बाई म्हणाल्या, पैशाचे व्यवहार आपण नेहमी करत असतो, म्हणून अधिक-उणे चिन्हांचा उपयोग शिकवताना रुपयांचं उदाहरण घेतलं. आडवी संख्यारेषा घेऊन मध्ये शून्य दाखवलं, उजव्या बाजूच्या संख्या अधिक चिन्हाच्या व डाव्या बाजूच्या वजा चिन्हाच्या असं मानलं, तर अधिक व उणे संख्या नीट दाखवता येतात. एखाद्या संख्येला उणे चिन्हांनं गुणणं म्हणजे तिला विरुद्ध बाजूला शून्यापासून तेवढ्याच अंतरावर नेऊन ठेवणं हे ध्यानात घ्यावं लागतं. मग हे नियम लक्षात येतात.” बाईंनी दुसऱ्या तऱ्हेने समजूत दिली.

“वेगवेगळ्या पदावल्या सोडवताना माझा कधीकधी गोंधळ होतो. खास करून अधिक, उणे, गुणाकार, भागाकार अशी अनेक चिन्हं असली तर.” सतीशने तक्रार केली.

“हो, जरा वरच्या वर्गात अशा पदावल्यांचा सामना करावा लागतो. आपण

एक उदाहरण घेऊन पाहू.” असे म्हणून कागदावर बाईंनी $८ + ५ \times ३ - ७ + ६ / ३$ अशी पदावली लिहिली व पाहिजे त्या क्रमाने सोडवायला सांगितले. सतीशने ८ अधिक ५ म्हणजे १३ त्याला ३ ने गुणून ३९, मग त्यातून ७ वजा करून व ६ मिळवून $३८/३$ असे अपूर्णाकाचे उत्तर काढले. मग शीतलने उलट्या बाजूने $२ + ३ - ७$ म्हणजे -२ , मग ५ आणि -२ चा गुणाकार -१० असा हिशेब करत $८-१०$ म्हणजे -२ हे उत्तर काढले. “वेगवेगळ्या क्रमानं क्रिया केल्या, तर अशी वेगवेगळी उत्तरं येतात व खूप गोंधळ होतो. अचूकता यावी म्हणून गणितज्ञांनी ठरवून टाकलंय की, अशा पदावल्या असल्या, तर आधी गुणाकार व भागाकार या क्रिया करायच्या, म्हणजे आपली पदावली $८+१५-७+२$ या रूपात लिहून मग सोडवायची. गुणाकार किंवा भागाकारानं जोडलेल्या संख्यांचं एकच पद मानायचं, हा नियम त्यासाठी आहे. मग सगळ्या क्रिया बरोबर केल्या, तर सगळ्यांचं उत्तर एकच येईल.” बाईंनी नियम समजावला.



पदावली

शीतल तिची बीजगणिताची गणिते करत बसली होती. नंदूने तिच्या वहीत डोकावून पाहिले. “या कसल्या अक्षरं आणि अंकांच्या माळा आहेत?” त्याने विचारले.

“तू बीजगणिताचा अभ्यास करायला लागलास ना, की समजेल तुला.”

शीतलचं उत्तर ऐकून मनीषा म्हणाली, “मला तर अशा मोठमोठ्या पदावल्यांची भीती वाटायची. माळांच्या ऐवजी सापच वाटायचे ते!” आज महेश पण घरी होता. तो म्हणाला, “नंदूला तरी तशी भीती वाटू नको दे. त्याला गणित चांगलं यायला पाहिजे.” “कारण तुला तो तुझ्यासारखा इंजिनियर व्हायला हवा आहे ना?” मनीषा उद्गारली.

मालतीबाई शांतपणे म्हणाल्या, “इंजिनियर, आर्किटेक्ट, अकाउंटंट, बँक ऑफीसर अशा अनेक व्यवसायात गणित अपरिहार्य आहे. पण त्याच्याशी पहिल्यापासून दोस्ती करावी. त्यासाठी थोडी मेहनत हवी. ती कधी फुकट जात नाही.”

“चांगले शिक्षक यात खूप मदत करू शकतात, तुम्ही या मुलांना करता तशी.” महेश म्हणाला.

“मस्का लावायची जरूरी नाही. पण चांगला शिक्षक व शिकण्याची तयारी असलेला विद्यार्थी यांचा सुयोग झाला, तर

गणित सोपं आहे, अवघड तर नाहीच. त्यासाठी गणिताची भाषा नीट समजावून घ्यायला हवी. आता शीतल पदावल्यांचा अभ्यास करते आहे. त्यातल्या संख्या व चिन्हं पाहा, त्यांच्या माळा कशा गुंफल्या आहेत पहा. अर्थ समजावून घेतला, तर सोपं आहे.” बाई सांगत होत्या, “ $m+2n$ - न ही पदावली पाहा. यात किती पदे आहेत. ती कशी जोडली आहेत, पाहा. मण्यांची माळ असते, तशीच ही पदांची माळ आहे, म्हणून तिला पदावली म्हणतात.”

“या माळेत एकूण तीन मणी दिसताहेत.” हर्षा म्हणाली.

“या मण्यांना पदे म्हणतात. ती अधिक व उणे अशा खुणांनी जोडून माळ बनवली आहे. ‘म’, ‘न’, या संख्या आहेत, त्यांची किंमत माहीत नाही, म्हणून संख्यांच्या ऐवजी अक्षरे घेतली आहेत. ‘म’ मध्ये २५ ही संख्या मिळवून मग त्या बेरजेतून ‘न’ ही संख्या वजा केली असे त्या पदावलीतून समजते. ही बीजगणिताची भाषा आहे, नीट समजावून घ्या. ‘म’ आणि ‘न’ च्या किमती समजल्या, की खरी बेरीज व वजाबाकी करून पदावलीची किंमत काढायची.” इति बाई.

“भाषा समजली नाही, तर गोंधळ होतो. माझी मावसबहीण अनू दीड वर्षांची आहे. तिला बोलता येत नाही, मग ती काही तरी ते ते दे दे किंवा ना ना ता ता

असं बडबडते. तिला काय म्हणायचं आहे ते आम्हाला समजलं नाही, हवी असलेली गोष्ट मिळाली नाही, की चिडते, पण काय करणार? तिची भाषाच समजत नाही.” हर्षाने तिचा अनुभव सांगितला.

“अनूची भाषा समजली नाही, की तिला हवं ते देता येत नाही, तसंच गणिताची भाषा समजली नाही, तर ते सोडवणं शक्य होत नाही. गणिताची भाषा अनेकदा अचूक, पण थोडक्यात मांडलेली असते, तिची काही खास चिन्हे त्यासाठी पदावली ३५, $अब+स \times ग + ७ म$ अशी असली, तर किती पदे आहेत सांगा बरं!” बाईंनी प्रश्न टाकला.

हर्षाने एक, दोन, असे मोजून सांगितले, “पाच किंवा सहा पदे आहेत.” “चारच पदे आहेत. कारण $स \times ग$ ही दोन पदे नसून एकच पद आहे. गुणाकार किंवा भागाकार यांच्या चिन्हांने दोन पदे जोडली, तर ते एकच पद बनतं गणितात. म्हणजे या पदावलीत ३५, अब, $स \times ग$, ७ म ही चार पदे आहेत. आता अ आणि ब या दोन संख्या आहेत, पण त्यांच्या मध्ये कुठलंही चिन्ह नाही, तर तिथे गुणाकाराचं चिन्ह अदृश्य आहे असं मानायचं. तसंच ७ म मधेही चिन्ह नाही, तर हा ७ आणि म चा गुणाकार आहे. म्हणजे पदावलीची माळ बनवताना काही नियम लक्षात ठेवायला हवेत.” बाई असं म्हणाल्यावर मनीषा म्हणाली, “मग गुणाकार किंवा भागाकार

ही चिन्हं संख्यांना डिकाप्रमाणे किंवा गोंदाप्रमाणे चिकटवून दोघांचं एकच पद बनवतात का?” “हो, तसं समजायला हरकत नाही. शिवाय अब = $अ \times ब$, म्हणजे हा डिक सुकून अदृश्यदेखील होतो कधी कधी!”

“हे लक्षात ठेवायला हवं. अशा मजेदार तुलनेने सोपं होईल जरा!” सतीश उद्गारला.

“एकूण गणिताची भाषा त्याच्या चिन्हांतून वाचायला शिका. तिचा अर्थ समजला, की गणित अवघड नाहीये. मोठ्या पदावलीत कंस वापरतात. कंस म्हणजे एक पदावलीच असते, ती आधी सोडवून घ्यायची असते.”

बाईचे बोलणे ऐकून नंदू म्हणाला, “पण हे फार मोठं, भयंकर दिसतंय!”

“तू जरा मोठा झालास, की नाही भयंकर वाटणार. दोन वर्षांपूर्वी तुला तीन अंकी संख्या, किंवा त्यांच्या बेरजा-वजाबाक्या येत होत्या का?” बाईंनी विचारले, तेव्हा तो म्हणाला, “नाही, तेव्हा हे सगळं येत नव्हतं, अवघड दिसत होतं.”

“तसंच वरच्या वर्गात गेलास, की हळूहळू ते गणित समजू लागेल, सोडवता येईल. मात्र प्रत्येक वेळी नवी चिन्हं, त्यांचा अर्थ नीट समजावून घे. त्यांची गणितं सोडवण्याचा सराव कर, मग अवघड काहीच नाही.” इति बाई.

■ ■

शब्देवीण संवादु !

वनस्पतीचा आपसात संवाद

लेखक : अंना सालेह • अनुवाद : वैशाली डोंगरे

होय, आश्चर्य म्हणजे वनस्पतीसुद्धा आपसात संवाद करू शकतात. दिसायला मजबूत, उंच उंच, शांत अश्या ह्या वनस्पती खरंच एकमेकींशी संवाद साधतात.

ब्रिटिश कोलंबिया विद्यापीठामधील वन परिसंस्था शास्त्रज्ञ डॉ. सुझान सिमार्ड यांचा उत्तर अमेरिकेतील जंगलातील वनस्पतींमध्ये संवाद-जाल तयार करणारी बुरशी असा अभ्यास विषय आहे. मोठाल्या जुन्या वनस्पती, सोयीसाठी आपण त्यांना

‘माता वनस्पती’ म्हणू, ह्या वनस्पतींच्या मुळांवर असे संवाद-जाल तयार करणाऱ्या बुरशीच्या वसाहती असतात.

सिमार्डच्या मते, एखादी आई ज्याप्रमाणे आपल्या बालकांची विशेष ममत्वाने काळजी घेते, त्याचप्रमाणे ह्या मूळ वनस्पती त्यांच्या पुढच्या पिढीला वाढण्यासाठी जागा करून देतात आणि तसे संदेश ह्या बुरशीजालामार्फत पाठवले जातात. मोठ्या वृक्षांची मुळे दूरवर पसरलेली



असतात. त्यामुळे लहान वनस्पतीपेक्षा ह्या वनस्पती तुलनेने मोठे संपर्कजाल तयार करतात. जेव्हा 'माता वनस्पती'चे बीज वनस्पतीच्या जवळपास रुजते तेव्हा ते आपसूकच ह्या संपर्कजालाशी जोडले जाते आणि वाढीसाठी त्याचा आधार घेते.

बुरशीचे असे संपर्कजाल फक्त त्या विशिष्ट वनस्पती परिवारापुरतेच मर्यादित न राहता त्या भूभागात वाढणाऱ्या इतर स्थानिक वनस्पतींबरोबरसुद्धा तयार होते.

सिमार्डने ब्रिटिश कोलंबियातील जंगलामधील डग्लस फर आणि पेपर बर्च ह्या वनस्पतीमध्ये कर्ब, नत्र आणि पाणी यांचे वहन होते हे किरणोत्सारी समस्थानिकांच्या साहाय्याने दाखवून दिले. १९९७ मध्ये 'नेचर' मासिकात प्रसिद्ध झालेला हा एक महत्त्वाचा प्रयोग मानला जातो. सिमार्डच्या मते उपलब्ध संसाधनांसाठी एकमेकांशी स्पर्धा न करता

वनस्पती बुरशीजालाचा उपयोग करून त्यांची एकमेकांत देवाणघेवाण करतात.

दुसऱ्या एका अभ्यासात सिमार्डने दाखवून दिले की ३० गुणिले ३० मीटर क्षेत्रफळाच्या जंगलपट्ट्यातील जवळजवळ २५० ते ३०० वृक्ष एक-दुसऱ्याशी ह्या संपर्कजालाने जोडले गेले होते.

बचावासाठी संदेश

दुसऱ्या एका संशोधनानुसार, बुरशीच्या संपर्कजालामार्फत वृक्ष आजूबाजूच्या वृक्षांना संभाव्य कीटक-हल्ल्याची सूचना देतात. जेव्हा वृक्षांवर कीटक हल्ला होतो तेव्हा त्यांची बचाव करणारी गुणसूत्रे कार्यरत होतात व विशिष्ट वितंचकाची निर्मिती करतात व वृक्ष बचावासाठी सिद्ध होतात. असे रासायनिक संदेश मुळांकडे व तिथून बुरशीजालाद्वारे आसपासच्या वृक्षांना पाठवले जातात. मग तेही स्वतःची बचाव यंत्रणा कार्यरत करतात.



अशा अखंड बुरशी संपर्कजालांमुळे वनस्पती आपापल्या गुणदोषांसह जंगलात तग धरून राहतात आणि त्यामुळे जंगलातील जैववैविध्य टिकून राहण्यास मदत होते. वातावरणामधील बदल, रोग आणि कीड यांना तोंड देत टिकून राहणाऱ्या जंगलांचा असे जैववैविध्य हा पाया आहे.

जमिनीवरील संदेशवहन

(Plant physiologist) प्रो. हॅन्स लॅंबर यांच्या मते वनस्पती जमिनीवरून रासायनिक संदेशांची देवघेव करतात, हे गेल्या २०-३० वर्षांमध्ये दिसून आले आहे. याचे उत्तम उदाहरण म्हणजे कीटकहल्ल्याला तोंड देण्यासाठी वनस्पती संप्लवनशील रसायने सोडतात. ह्या रसायनांची जाणीव आजूबाजूच्या वनस्पतींना होते आणि संभाव्य कीटकहल्ल्यापासून बचाव करण्यासाठी पूर्वसूचना मिळते. अशा प्रकारची काही रसायने कीटकभक्षी प्राण्यांनाही आकर्षित करतात.

हे रासायनिक संदेशवहन जमिनीवरून त्याचप्रमाणे जमिनीखालूनही होते असे आता लक्षात आले आहे. यासाठी मुळावरील बुरशीजालाचा उपयोग केला जातो किंवा नाही हे मात्र त्या परिसंस्थेवर अवलंबून असते.

लॅंबर यांच्या पश्चिम ऑस्ट्रेलियातील संशोधन क्षेत्रातील परिसंस्थामध्ये प्रामुख्याने

Banksias, Grevilleas आणि Hakeas या बुरशीजालावर अवलंबून नसणाऱ्या वनस्पती / प्रजाती आढळतात. प्रो. लॅन अँडरसन या परिसंस्था अभ्यासकाच्या मते, निलगिरी जंगलामधील वृक्षांच्या मुळांवर बुरशीजाल असते. परंतु त्याच्या निश्चित कार्यासंबंधी पुरेसे संशोधन अजून झालेले नाही. कर्ब आणि नत्र यांचे वहन ह्या जालामार्फत कसे होते यावर अजून संशोधन होणे गरजेचे आहे. उत्तर अमेरिकेतील जंगलात ज्याठिकाणी जमिनीत पोषणमूल्यांची कमतरता आहे, तिथे ही बुरशीजाले निलगिरी जंगलातील बुरशीजालापेक्षा कितीतरी महत्त्वाची भूमिका बजावत असणार असं अँडरसन यांचं मत आहे. त्यांना असंही वाटतं की सुझान सिमार्डनी दाखवून दिलेल्यापेक्षा ह्या बुरशीजालांमध्ये कितीतरी अधिक कार्यक्षमता असणार.

सिमार्डच्या मते जुन्या मोठ्या वृक्षांना लक्ष्य करणाऱ्या चुकीच्या वनीकरण पद्धती बदलल्या गेल्या पाहिजेत. वारश्याने मिळालेल्या ह्या वृक्षांचे जतन केले तर ते आजूबाजूच्या झाडांशी संवाद साधतील. जंगलतोड आणि वणवे यामुळे होणारी हानी थोडीतरी भरून काढता येईल. तसेच स्थानिक प्रजातींशी स्पर्धा करणाऱ्या परकीय प्रजातींचे आक्रमण रोखता येईल.

■■■

लेखक : अँना सालेह, अनुवाद : वैशाली डॉंगरे

सौर वादळापासून बचाव

लेखक : चार्ल्स क्यू. चोई • अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके

२०१४ साली सूर्यावर एक प्रचंड उद्रेक झाला आणि एक लोळ पृथ्वीच्या दिशेने निघाला. त्यावेळी तो पृथ्वीवर हाहाकार माजवेल असं शास्त्रज्ञांचं भाकीत होतं. मात्र अगदी अनपेक्षितरित्या, सूर्याच्या चुंबकक्षेत्राच्या प्रभावामुळे आणि पृथ्वीच्या चुंबकक्षेत्राच्या प्रभावामुळे त्याची दिशा जराशी बदलली आणि त्या दिव्यातून पृथ्वीची सुटका झाली असं संशोधक म्हणतात. याच्या अभ्यासामुळे भविष्यात सौर वादळांची प्रतिक्रूपे तयार करण्यात (मॉडेलिंग) आणि अनुमानात सुधारणा करता येईल.

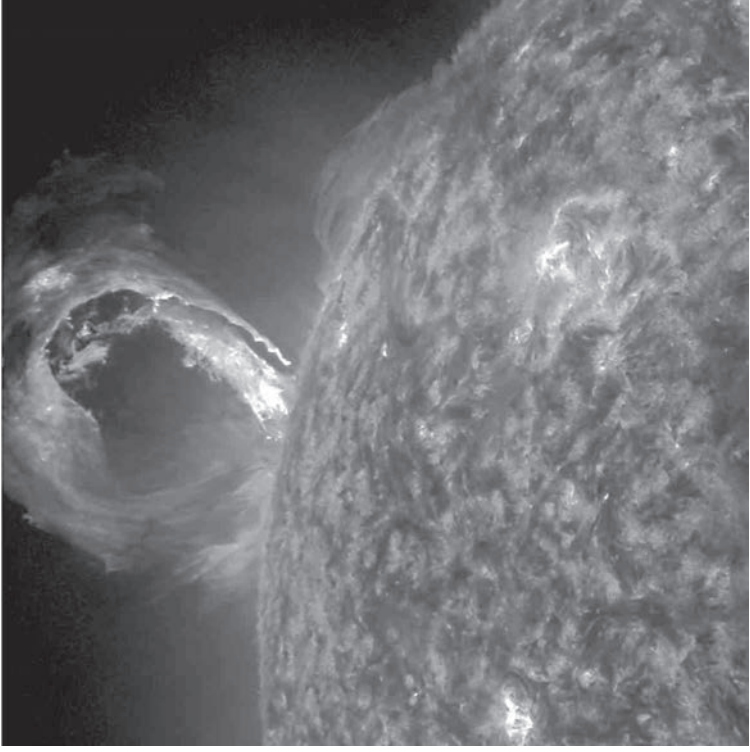
सूर्यावरील उद्रेक म्हणजेच सूर्याच्या परिवलयातून होणारे वस्तुमानाचे उद्रेक (कोरोनल मास इजेक्शन), ही अवकाशाच्या हवामानातली वादळेच. ह्या स्फोटाच्या वेळी सूर्यातून अब्जावधी टन अतिशय गरम पदार्थ बाहेर टाकले जातात.

जेव्हा सूर्याच्या परिवलयातून बाहेर येणारे पदार्थ पृथ्वीवर आदळतात, तेव्हा त्यामुळे भूचुंबकीय वादळासारखे मोठे उत्पात होऊ शकतात. उदाहरणार्थ १९८९ मध्ये, सूर्याच्या परिवलयातून होणाऱ्या वस्तुमानाच्या उद्रेकामुळे कॅनडामधील संपूर्ण

क्युबेक प्रांत काही सेकंदातच काळ्या धुरात लपेटला गेला. ह्या उद्रेकामुळे अगदी दूर असलेल्या न्यू जर्सीपर्यंतच्या ट्रान्सफॉर्मर्सना धोका उत्पन्न झाला आणि अटलांटिकच्या मध्यापासून प्रशांत महासागराच्या वायव्येपर्यंतचे अमेरिकेतील वीज वितरण जाळे (पॉवर ग्रीड) बंद पडायला आले.

सूर्याच्या परिवलयातून बाहेर येणाऱ्या पदार्थांमुळे जमिनीवर आणि अवकाशात होणाऱ्या नुकसानीचा अंदाज वर्तवण्यासाठी हे पदार्थ कुठल्या दिशेने जात आहेत, हे शास्त्रज्ञांना कळावे लागते. पण ह्या पदार्थांची दिशा कशी ठरते ह्याबद्दल फारशी माहिती नसल्यामुळे, ते पृथ्वीवर आदळतील का, हेसुद्धा सांगता येत नाही.

७ जानेवारी २०१४ रोजी खगोलशास्त्रज्ञांना पृथ्वीच्या दिशेने अतिशय वेगाने म्हणजे ताशी ५.३ दशलक्ष मैल (ताशी ८.६ दशलक्ष किमी) वेगाने येणारे उद्रेक आढळून आले. त्यामुळे मोठे भूचुंबकीय वादळ होईल आणि विद्युत निर्मिती व वितरण तसेच रेडीओ नॅव्हिगेशनमध्ये अडथळे उत्पन्न होतील असे शास्त्रज्ञांना अपेक्षित होते. पण सगळ्यात वाईट ठरू शकणारा हा उत्पात



(२०१५ मधील सौरवादळाची छायाचित्रे)

पृथ्वीवर धडकला नाही आणि भूचुंबकीय वादळसुद्धा झाले नाही.

हा लोळ पृथ्वीवर का आला नाही, ह्याबद्दल अधिक समजून घेण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी हा उत्पात पाहिलेल्या ७ वेगवेगळ्या अवकाश अभियानांकडून नोंदी गोळा केल्या. सूर्यावर झालेल्या उत्पाताचे त्यांनी, पृथ्वी आणि पुढे पार मंगळापर्यंत प्रतिरूप तयार केले. (क्युरिऑसिटी रोव्हरने जिथे हा उत्पात बघितला तिथपर्यंत)

पृथ्वीवर आदळण्याऐवजी हा उत्पात

पृथ्वीच्या खालच्या क्षेत्रात, पृथ्वीच्या मागे तिरक्या कललेल्या दिशेत गेला. सूर्याच्या जवळच्या भागातून तयार होणाऱ्या प्रभावी चुंबकीय क्षेत्रामुळे हा लोळ त्या दिशेत गेला, असे शास्त्रज्ञांना वाटते.

अवकाशाच्या हवामानासंबंधी अंदाजातील एक अडचण म्हणजे - हा लोळ पृथ्वीच्या दिशेने येत आहे , असे शास्त्रज्ञांनी जरी शोधून काढले तरी तो पृथ्वीवर आदळल्याशिवाय त्याची तीव्रता किती असेल, हे सांगता येत नाही.

हे म्हणजे चक्रीवादळ किनाऱ्यावर येऊन आदळेपर्यंत त्याची तीव्रता न कळण्यासारखे आहे. ही स्थिती नक्कीच सुधारण्याची गरज आहे.
मूळ लेख [space.com](http://www.space.com/29523-how-earth-escaped-2014-solar-storm.html) वर.
<http://www.space.com/29523-how-earth-escaped-2014-solar-storm.html>

अधिक माहितीसाठी
<http://www.space.com/12047-solar-flares-sun-storms-space-weather-infographic.html>
<http://www.space.com/15706-sun-quizz-solar-showdown.html>
<http://www.space.com/11842-photos-sunspots-sun-solar-cycle-weather.html>



लेखक : चार्ल्स क्यू. चोइ

अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे- फडके सॉफ्टवेअर इंजिनियर, भाषांतराची आवड

पाने कधी, फुले कधी ?

वनस्पतींच्या वाढीत प्रकाशाची भूमिका महत्त्वाची असते. प्रकाश संश्लेषण करून अन्न बनवणे तर आहेच, पण त्या अन्नाचा उपयोग करून फांद्या-पाने वाढवायची, (vegetative - शाकीय वाढ) का फुले फळे तयार करायची, (reproductive) ते ठरवायलाही वनस्पतींना प्रकाशच उपयोगी पडतो. घरात कुंडीत वाढणारे रोप खिडकीच्या दिशेने वाढते, घराशेजारी वाढणारे झाड रस्त्याच्या दिशेने वाढते, हे तुम्ही पाहिलेच असेल. प्रकाशाच्या दिशेने वाढण्याची क्रिया ४०० ते ५०० नॅनोमीटर तरंगलांबीच्या निळ्या प्रकाशात घडते.

एखाद्या ठिकाणी रोपांची गर्दी असेल, तर त्यांची एकमेकांवर सावली पडते. सावलीत प्रकाश संश्लेषणाची क्रिया मंदावते. प्रत्येक रोप उंच वाढून सावलीतून बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करते. यांचे खोडच फक्त वाढते, त्यांना फांद्या फुटत नाहीत, तसेच फुलेही लागत नाहीत.

वनस्पतीतील फायटोक्रोम या रंगद्रव्यामुळे त्यांना आपण सावलीत वाढत आहोत का हे कळते. हे रंगद्रव्य ६०० ते ८०० नॅनोमीटर तरंगलांबीचा लाल प्रकाश शोषून घेते. म्हणूनच शेतात कोणतेही पीक लावताना त्याच्या दोन ओळीत किती अंतर ठेवावे, म्हणजे उत्पन्न भरपूर येईल, त्याचा विचार करावा लागतो.

आ. दि. कर्वे

जगातील आद्य बीजपेढी

लेखक : ल्यूकस रोपेक • अनुवाद : प्रीती केतकर

बियाणं वाचवण्याबाबत मोठया प्रमाणावर योगदान देणारा रशियन शास्त्रज्ञ निकोलाय इवानोविच वाविलोव याचं नाव तुम्ही बहुधा ऐकलेलं नसेल. आनुवंशशास्त्र, जनावरांची पैदास, जीवशास्त्र याखेरीजही अनेक विषयात त्याला उत्तम गती होती. थोडक्यात म्हणजे वनस्पतीशास्त्रातला तो लिओनार्डो-दा-विन्ची होता, ज्या क्षेत्रात काम करेल ते उत्तमच करणारा! १९०६ मध्ये कमर्शियल कॉलेजमधून डिग्री मिळवल्यानंतर लगेचच तो मॉस्को अॅग्रिकल्चरल अॅक्डमीमध्ये दाखल झाला. तिथून त्याच्या करीयरनं भरारी घेतली. जर्मनी, फ्रान्स, ग्रेट ब्रिटन इथल्या नावाजलेल्या प्रयोगशाळांमध्ये काम केल्यानंतर १९१८मध्ये तो शेतकी विभागात प्राध्यापक झाला. तिथे वर्षभर त्यानं व्होल्गा नदीच्या परिसरात वाढणाऱ्या वनस्पतींबद्दल

व्याख्यानं दिली. १९२०मध्ये, खूपच लहान वयात त्यानं 'लॉ ऑफ होमॉलगस सिरीज इन हॅरेडिटरी व्हेरिअेशन' हा पहिला महत्वाचा सिद्धांत मांडला. विविध प्रकारच्या वनस्पतींच्या अस्तित्वाची शक्यता आजमावून त्यांचा शोध घेण्यासाठी आणि त्या माहितीची योग्य प्रकारे मांडणी करण्यासाठी त्याच्या या सिद्धांतामुळे खूप मदत झाली. त्याची करीयर जसजशी बहरत गेली तसं रशियातील शास्त्रज्ञांच्या जगात त्याला महत्वाचं स्थान प्राप्त झालं. १९२०-३० या दशकामध्ये त्यानं सेंट पीटर्सबर्ग आणि संपूर्ण युरोपमधील वनस्पतीशास्त्राच्या जगाचा चेहरामोहराच बदलून टाकला.

वाविलोवची ही कामगिरी लक्षणीय होतीच. पण बियाण्यांचा तारणहार ही त्याची खरी ओळख आहे. 'फादर ऑफ मॉडर्न





सीड बॅक्स' अशी पदवी त्याला अनेकांनी बहाल केली. बियाणं गोळा करण्यासाठी त्यानं असंख्य

शोधमोहिमा काढल्या. त्यासाठी ६४ देशांना भेटी दिल्या. त्यासाठी तो पंधरा भाषा शिकला. गॅरी पॉल नॅबहॅम (Nabham) यानं नुकतंच वाविलोवचं चरित्र लिहिलं आहे. त्यात तो म्हणतो की जगभरातील पिढीजात शेतकरी, शेतमजूर यांचं म्हणणं आस्थेवाईकपणे ऐकून घेणारा, शेतात विविध प्रकारची बियाणी का असायला हवीत याबद्दलचं त्यांचं म्हणणं समजून घेणारा असा तो पहिलाच शास्त्रज्ञ होता. त्याच्या जगभराच्या भ्रमंतीतून त्यानं २२०,००० बियाणांचा संग्रह केला आणि तो सेंट पीटर्सबर्गमधल्या इन्स्टिट्यूटकडे पाठवून दिला. वनस्पतींच्या जननशास्त्रावर आधारित पैदाशीसंदर्भात तो तिथे प्रयोग करत असे. शेतीमधल्या नवनवीन प्रयोगांमधून कोणत्याही प्रकारच्या पर्यावरणामध्ये टिकू शकेल, वाढू शकेल अशा एका उत्कृष्ट वनस्पतीचा एक दिवस शोध लागेल आणि त्यायोगे संपूर्ण जग उपासमारीपासून मुक्त होईल असं त्याचं आदर्श पण अव्यवहार्य स्वप्न होतं. त्याला तो 'मानवजातीच्या भल्यासाठीचा कार्यक्रम' असं म्हणत असे. आणि त्यानं त्याला

लाभलेल्या आयुष्यातला जास्तीत जास्त काळ ह्याच कार्याला वाहिला. त्याचं हे कार्य त्याचा अखिल मानवजातीबद्दल आणि वनस्पतींबद्दलचा कळवळा अधोरेखित करतं. शास्त्राच्या जगात त्याच्या या कार्यामुळेच तो चिरस्मरणीय झाला आहे.

दुसऱ्या महायुद्धापूर्वीचा युरोप हुकूमशाहीच्या वरवंट्याखाली भरडला गेल्यामुळे परिस्थितीनं गंभीर वळण घेतलं. आणि त्या रेट्यामध्ये वाविलोवनं केलेलं काम वाहून गेलं. १९३० मध्ये स्टालिनच्या शुद्धीकरणाच्या लाटेमुळे वाविलोव आणि त्याच्या सहकाऱ्यांसाठी परिस्थिती धोकादायक बनली. ट्रॉफिम लिसेंको (Trofim Lysenko) नावाच्या एक नवख्या आनुवंशशास्त्रज्ञानं मॅडेल या ऑस्ट्रियन वनस्पतींच्या अभ्यासकानं मांडलेल्या आनुवंशिकतेच्या सिद्धांतावर जाहीरपणे टीका करायला सुरुवात केली. त्याच्या जागी एक नकली/फसवा सिद्धांत प्रस्थापित करण्याचा प्रयत्न सुरू केला. दुदैवाने लिसेंकोचं हे ('थराक' काल्पनिक) जीवशास्त्र स्टालिनला भावलं. त्यामुळे लिसेंकोनं त्याच्या विरोधकांना मोडीत काढायला सुरुवात केली. वाविलोव त्याच्या या मोहिमेचा बळी ठरला. वाविलोवनं स्वतःच्या कामाचं समर्थन करायचा प्रयत्न केला, पण सारा देशच राजकीय अनागोंदी आणि हुकूमशाहीच्या उन्मादानं पछाडलेला होता, त्या लाटेमध्ये

तो तग धरू शकला नाही. त्याची चौकशी झाली, त्याला बदनाम करण्यात आलं आणि इतर राजकीय शत्रूंच्या लोंढ्याबरोबर त्याला तुरुंगात टाकण्यात आलं. २८ जुलै १९४१ रोजी त्याला मृत्युदंड देण्यात येणार होता. त्याचा सहकारी आणि जवळचा मित्र दिमित्री प्रॅमिश्विकोव्ह यानं त्याला जीवदान मिळावं यासाठी खूप खटपट केली. त्याच्या या खटपटीला काही अंशी यश आलं. बंदुकीच्या गोळ्यांना बळी पडण्याऐवजी त्याला 'दयाळूपणे' वीस वर्षांच्या तुरुंगवासाची शिक्षा देण्यात आली. तरीही धीर न सोडता वाविलोवनं तुरुंगातही त्याचं काम चालूच ठेवलं. तुरुंगातील इतर कैद्यांना तो शास्त्र विषयांवर व्याख्यानं देत असे. तसंच 'द हिस्ट्री ऑफ वर्ल्ड अँग्रीकल्चर' नावाचं पुस्तकही त्यानं लिहिलं पण ते अप्रकाशितच राहिलं. वाविलोवच्या बंदिवासकालात इन्स्टिट्यूटमधील त्याच्या सहकाऱ्यांची परिस्थिती अतिशय बिकट झाली. सप्टेंबर १९४१मध्ये नात्सी सैन्यानं लेनिनग्राडला वेढा घातला. सैन्याच्या तुकड्यांनी शहराची नाकेबंदी केल्यामुळे बाहेरून काहीच येऊ शकत नव्हतं. वाविलोव तुरुंगात असल्यामुळे इन्स्टिट्यूट ऑफ प्लांट इंडस्ट्रीमधले कर्मचारी नेतृत्वहीन झाले, उघडे पडले. त्याला कुठे ठेवलंय हेही त्यांना माहीत नव्हतं. त्यामुळे ते अडचणींनी घेरले गेले. सेंट पीटर्सबर्गमधल्या भुकेल्या नागरिकांनी

धान्य चोरण्यासाठी इमारतीत घुसण्याचा प्रयत्न केला. नात्सी सर्व शहरभर पसरले होते. सर्व रस्ते त्यांनी अडवल्यामुळे अन्नपदार्थ ना इन्स्टिट्यूटमध्ये येऊ शकत होते, ना बाहेर जाऊ शकत होते. पण अशा परिस्थितीतही वाविलोवनं अथक परिश्रमांनी गोळा केलेलं बियाणं खायला न वापरता, तिथल्या शास्त्रज्ञांनी उपासमारीनं मरणं पत्करलं! स्वतः वाविलोवही सारातोव्ह इथल्या तुरुंगात उपासमारीनं मरण पावला.

वाविलोवचा असा दुर्दैवी अंत झाला असला, तरी त्याच्या शेतीविषयक संशोधनाचा जो वारसा तो ठेवून गेला, त्यानं शास्त्रज्ञांना कायम प्रेरणा मिळाली. रशियातील वाविलोव इन्स्टिट्यूटमध्ये त्याचं संशोधन जतन करून ठेवलं आहे. आकर्षक सजावटीचं, तीन मजली संग्रहालय त्याच्या आयुष्यभराच्या कामगिरीला आणि त्याच्या स्मृतीला समर्पित केलं आहे. ही इन्स्टिट्यूट म्हणजे जगातली सर्वात जुनी सीड बँक आहे. त्यात ३२५००० पेक्षाही जास्त बियाण्यांचे नमुने आहेत. त्यातले बरेचसे नमुने वाविलोवनं त्याच्या सुरुवातीच्या काळातील भ्रमंतीमध्ये गोळा केलेले आहेत. त्याच्या कामातूनच त्यानं कामाबद्दलची बांधिलकी, समर्पितवृत्ती याचा आदर्श घालून दिलेला आहे.



लेखक : ल्यूकस रोपेक

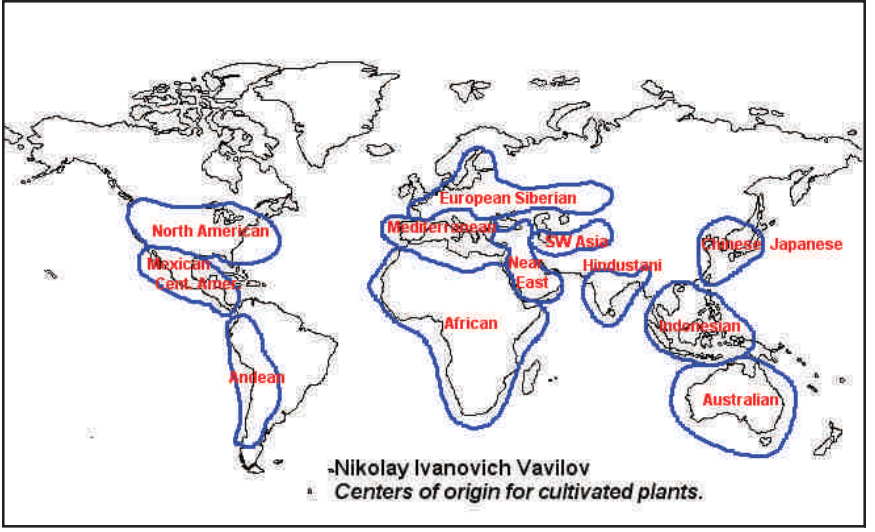
अनुवाद : प्रीती केतकर

लागवडीखालील वनस्पतींची बीजपेढी

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

मानवाला अन्न, वस्त्र, कागद, औषधे, डिक, रंग, व अन्य बरेच काही उपयुक्त पदार्थ वनस्पतींद्वारे मिळतात. सुरुवातीच्या काळात हे पदार्थ निसर्गातील स्रोतांमधूनच मिळत असत, पण कालांतराने वाढती गरज पूर्ण करण्यासाठी या वनस्पतींची लागवड करून हे पदार्थ मोठ्या प्रमाणात निर्माण करण्यास सुरुवात झाली. त्यांच्या उपयुक्ततेमुळे विविध धान्ये, कडधान्ये आणि गळित धान्ये जगभर पसरली. लागवडीच्या प्रदेशातील स्थानिक तापमान, पाऊसमान, रोग व कीड, लागवडीचा ऋतू, जमिनीचा प्रकार, लागवडपद्धती, स्थानिक प्रक्रियापद्धती, चवीच्या आणि रंगाच्या आवडीनिवडी, यांनुसार या वनस्पतींचे वेगवेगळ्या ठिकाणी वेगवेगळे प्रकार निर्माण झाले. या प्रकारांना वाण या शब्दाने संबोधले जाते. जगभरातील अशा वाणांची बीजे गोळा करून त्यांचा एका जागी संग्रह केल्यास नव्या वाणांची पैदास करताना या संग्रहाचा खूप उपयोग होतो. अशा संग्रहाला बीजपेढी असे म्हटले

जाते. आपण निर्माण करित असलेल्या नव्या वाणाचे उत्पन्न प्रचलित वाणापेक्षा अधिक असावे हा तर यामागे एक प्रमुख हेतू असतोच, पण एकाद्या विशिष्ट रोगाला किंवा किडीला बळी न पडणे, जमिनीच्या वाढत्या क्षारतेला किंवा अवर्षणासारख्या समस्यांना तोंड देऊन तग धरून राहणे, शेतीच्या यांत्रिकीकरणासाठी किंवा प्रक्रियाउद्योगासाठी विशिष्ट असे गुणधर्म असणे, असेही अनेक हेतू असू शकतात. आपल्या नव्या वाणात जो गुणधर्म आणावा असे पैदासकाराला वाटते तो बरेचदा अन्य भूभागात लावल्या जाणाऱ्या एकाद्या वाणात असण्याची शक्यता असते. वनस्पतींचे गुणधर्म त्यांच्या अनुकांवर अवलंबून असतात. जर आपल्याला हव्या असणाऱ्या गुणधर्माचे एकादे वाण आपल्या बीजपेढीत उपलब्ध असेल तर आपल्या प्रचलित वाणाचा त्याच्याशी संकर करून त्याच्या पुढच्या पिढ्यांमधून आपल्याला हव्या असणा-या गुणधर्माची वनस्पती निवडून काढणे आणि तिचे गुणन करणे हे काम



पैदासकाराच्या दृष्टीने फार सोपे असते, त्यामुळे जगभरातल्या वाणांचा संग्रह हे नव्या वाणांच्या पैदाशीसाठी एक अत्यंत महत्वाचे साधन असते.

भारतात १९६० ते १९७० या काळात जी हरितक्रांती झाली तिला कारणीभूत झालेली धान्यांची वाणे याच पद्धतीने निर्माण केलेली होती. या क्रांतीची सुरुवात झाली ती सोनोरा ६४ या गव्हाच्या वाणाने. हे गव्हाचे बुटके वाण दाट पेरणी, अधिक प्रमाणात रासायनिक खते व नियमित पाणी, अशा परिस्थितीत भारतातल्या प्रचलित वाणांच्या दुष्पट उत्पन्न देत असे. या वाणाचा बुटकेपणा हा नोरिन नावाच्या एका जपानी बुटक्या वाणापासून मिळाला. खूप दाट पेरणी, भरपूर पाणी व मोठ्या प्रमाणात रासायनिक खते यांमुळे या नव्या वाणांमध्ये तांबेरा या

बुरशीजन्य रोगाला बळी न पडण्याची क्षमता असणे आवश्यक असते. अशी क्षमता सोनोरा ६४ वाणात जगातल्या विविध वाणांशी संकर करून आणण्यात आली होती. या वाणाचे दाणे लालसर रंगाचे असून त्याची चपाती चिवट होत असे. हा गुण या वाणात मेक्सिको देशात पाव बनविण्यासाठी वापरल्या जाणा- या स्थानिक वाणापासून आलेला होता. या वाणाच्या पैदाशीचे कार्य अमेरिकेतील रॉकफेलर न्यासाच्या अर्थसाहाय्याने मेक्सिकोमधील CYMMIT या संस्थेत नॉर्मन बोरलॉग या पैदासकाराने केले. या कार्यासाठी बोरलॉगला शांततेचे नोबेल पारितोषिक मिळाले.

महाराष्ट्राच्या दृष्टीने महत्वाच्या ठरलेल्या ज्वारीच्या संकरित वाणांच्या पैदाशीतही विविध देशांमधील स्थानिक वाणांचाच



उपयोग केला गेला. संकरित वाणांमध्ये ज्या दोन वाणांचा संकर घडवून आणावयाचा ती वाणे परस्परांपेक्षा भिन्न गुणधर्मांची असणे आवश्यक असते. ज्वारीच्या भारतातल्या जाती या परस्परांशी बऱ्याच बाबतीत समानधर्मी असल्याने त्यांचा परस्परांशी संकर केल्यास त्यातून निर्माण होणाऱ्या संकरित वाणापासून अधिक उत्पन्न मिळत नाही. भारताबाहेर आफ्रिका खंडातही मोठ्या प्रमाणात ज्वारीची लागवड होते. भारत आणि आफ्रिका यांतील ज्वारीच्या वाणांच्या गुणधर्मांमध्ये बराच फरक दिसून येतो आणि या भिन्नधर्मी वाणांचा संकर केल्यास निर्माण होणा-या संकरित वाणांपासून ज्वारीचे मोठे उत्पन्न मिळते. मोठ्या प्रमाणात संकरित वाणाचे बीज निर्माण करण्यासाठी योग्य

मादीवाणाचीही गरज असते. मादीवाणाच्या फुलोऱ्यात स्वतःचे परागकण निर्माण होत नाहीत, त्यामुळे अशा वाणाचे अन्य वाणाच्या परागांद्वारे परागीकरण होऊन संकरित बीज निर्माण होते. भारतातले ज्वारीचे पहिले संकरित वाण CSH1 याचे मादीवाण CK60- हे आफ्रिकेतील काफिर जातीच्या वाणापासून निर्माण करण्यात आले होते. CSH1 हे वाण भारतातल्या स्थानिक वाणांपेक्षा बुटके असून ते लवकर काढणीला येते, आणि त्याचे उत्पन्न भारतातल्या स्थानिक ज्वारीच्या वाणांच्या दुप्पट ते तिप्पट इतके येत असे.

■ ■

लेखक : आ. दि. कर्वे,
ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ, शेती तज्ञ, अग्रोप्रिण्ट रुरल टेक्नोलॉजी
इन्स्टिट्यूटचे संस्थापक.

विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१६

• ही स्पर्धा सर्वासाठी खुली आहे. • प्रवेशमूल्य नाही • प्रश्नाची उत्तरे कोणालाही विचारून, पुस्तकात पाहून, प्रत्यक्ष प्रयोग करून मिळविता येतील. • प्राथमिक फेरीतील विजेत्यांची नावे २८ फेब्रुवारीला, राष्ट्रीय विज्ञान दिनी संध्याकाळी 'महाराष्ट्र साहित्य परिषद' टिळक रस्ता, पुणे येथे जाहीर करण्यात येतील. • प्राथमिक विजेत्यांची प्रात्यक्षिक प्रयोगांवर आधारित अंतिम फेरीची चाचणी मार्च महिन्यात पुणे येथे घेतली जाईल. • अंतिम फेरीतील विजेत्यांना आकर्षक बक्षिसे देण्यात येतील. • आपली उत्तरे १५ फेब्रुवारी २०१६ पर्यंत पाठवावी.

आपल्या उत्तरपत्रिकेसोबत खालील माहिती लिहून पाठवावी : १. संपूर्ण नाव २. पत्ता ३. दूरध्वनी/भ्रमणध्वनी क्र. ४. इ-पत्ता(ईमेल) ५. जन्मतारीख ६. शिक्षण ७. व्यवसाय
पुढावा गुण : शैक्षणिक पात्रता आणि वय लक्षात घेऊन स्पर्धकांना खाली लिहील्याप्रमाणे पुढावा गुण देण्यात येतील.

शिक्षण : पाचवीपर्यंत (१०), सातवीपर्यंत (८), दहावीपर्यंत (६), बारावीपर्यंत (४), शास्त्रशाखा सोडून पदवीधर (२).

वय वर्षे : १२ पर्यंत (६), १३ ते १६ (४), १७ ते ६० (२), ६१ ते ८० (४), ८१ च्या वर (६).

प्रश्नावली

प्र. १) निरीक्षण करून उत्तरे लिहा (गुण १०)

१. तुमच्या चेहऱ्याची उंची व तळहाताची उंची याचे गुणोत्तर मोजून लिहा.
२. MH 35 या क्रमांकाने सुरू होणारी वाहने कोणत्या भागात नोंदलेली असतात?
३. भारताचा नकाशा पाहून भारताच्या दक्षिण-उत्तर व पूर्व-पश्चिम लांबीचे गुणोत्तर मोजून लिहा.
४. शेंदरी रंगांची फुले येणाऱ्या किमान तीन वृक्षांची नावे लिहा.
५. हिंदी भाषेत मराठीपेक्षा वेगळा उच्चार होणारी मुळाक्षरे कोणती ?
६. २०१६ ची दिनदर्शिका पाहून त्यात मराठी व इंग्रजी महिन्याची तारीख समान असणारा दिवस कोणता?
७. शरीरावर काटे किंवा काटेसदृश रचना असणाऱ्या किमान तीन प्राण्यांची नावे लिहा.

८. भारतातील सर्वात दक्षिणेकडील थंड हवेचे ठिकाण कोणते?
९. फेब्रुवारीला पहाटे पूर्व क्षितिजावरील सर्वात प्रखर चांदणीचे नाव काय?
१०. सोबतच्या आकृतीत कोणकोणते आणि किती भौमितिक आकार दिसतात?

प्र. २) चूक की बरोबर ते लिहा. चूक असल्यास दुरुस्त करून लिहा. (गुण १०)

१. लोखंड गंजण्यासाठी हवेची आवश्यकता असते.
२. चांगली तसेच दूषित अंडी पाण्यावर तरंगतात.
३. अणुऊर्जा ही अणुगर्भ फोडल्याने निर्माण होते.
४. 'नीलक्रांती' म्हणजे नीळ या पदार्थाचे उत्पादन वाढविणे होय.
५. वनस्पतींमध्ये प्रवेश करणारे पाणी मुळ्यांद्वारेच शोषले गेलेले असते.
६. सर्दी औषधाने बरी होते.
७. लाल रंगाच्या प्रकाशात वनस्पतींची वाढ अधिक होते.
८. पृथ्वीवरील सर्व पर्वतांची उत्पत्ती एकाच वेळी झाली आहे.
९. जैवविविधतेमध्ये हिमालय सहाद्रीपेक्षा अधिक संपन्न आहे.
१०. जलऊर्जा ही सर्वात स्वस्त ऊर्जा आहे.

प्र. ३) थोडक्यात उत्तर लिहा.

(गुण १०)

१. मधमाश्या मध गोळा करण्याबरोबरच अन्य कोणती महत्त्वाची कामे करतात?
२. 'सर्न' प्रयोगशाळेत अणुगर्भातील कोणता उपकण शोधण्याचा प्रयोग करण्यात आला? या कणांचे उपनाम काय?
३. भ्रमणध्वनीचा (मोबाईल) वापर करताना कोणकोणत्या लहरी उपयोगात आणल्या जातात?
४. लाव्हा रसाने न बनलेल्या, भारतातील सर्वात तरुण पर्वतरांगेचे वय किती ?
५. उस, बीट ई. पासून साखरेव्यतिरिक्त कोणते उपयुक्त पदार्थ तयार होतात ?
६. माणसाच्या पोटात असणाऱ्या काही उपयुक्त जिवानूंची नावे लिहा.
७. प्रत्येक भ्रमणध्वनी यंत्राला असणाऱ्या खास क्रमांकाला काय म्हणतात ?
८. दोऱ्याच्या रिळावर ६०/२एनई असे छापलेले असेल तर त्याचा अर्थ काय ?
९. भ्रमणध्वनीच्या ४जी प्रणालीमध्ये कोणकोणत्या सुविधा अध्याहृत आहेत ?
१०. कोणकोणत्या कडधान्यापासून डाळी करत नाहीत ?

प्र. ४) शास्त्रीय कारणे द्या

(गुण २०)

१. जांभई देताना ऐकू कमी येते.
२. जत्रेतील रहाटगाड्यात बसल्यावर पाळणा खाली उतरताना पोटात खड्डा पडल्यासारखे होते.
३. वेगात जाणाऱ्या मोठ्या वाहनाशेजारी उभे राहिल्यास ओढल्यासारखे वाटते.
४. कळी खुडल्यानंतरही त्याचे उमलून फूल होते.
५. मत्स्यपेटीतील पाणी ठरावीक कालावधीनंतर बदलावे लागते.
६. आंघोळ करताना साबण लावल्यावर अंगापेक्षा केसात जास्त प्रमाणात फेस होतो.
७. गॅसच्या शेगडीवर स्वयंपाक करताना धूर होत नाही.
८. डोळे बंद करून चालताना तोल गेल्यासारखे होते.
९. घाबरल्यावर घाम फुटतो.
१०. सफरचंद कापल्यावर थोड्या वेळात त्याच्या कापलेल्या भागाचा रंग बदलतो.

प्र. ५) सविस्तर उत्तरे लिहा

(गुण १५)

१. भारताची व महाराष्ट्राची खाली दिलेली बोधचिन्हे कोणती हे तक्ता करून लिहा.
अ) पक्षी. आ) फूल. इ) फळ. ई) प्राणी. उ) झाड.
२. आंबवण्याच्या प्रक्रियेने घरात कोणते खाद्यपदार्थ तयार करतात? त्यात कोणते जिवानू वापरले जातात? या क्रियेत कोणती वितंचके तयार होतात?
३. माणसाच्या तोंडातील वरच्या दोन्ही बाजूचे सुळ्यासारखे दात उत्क्रांतीमधील कोणता बदल दर्शवितात?
४. पंचांगातील खालील संज्ञांचा अर्थ स्पष्ट करा. त्यामागे काही शास्त्रीय कारण असल्यास स्पष्ट करा.
अ) घटी आ) पळ ई) अधिक मास उ) शके ए) संवत औ) तिथी क्षय
५. सांडपाण्याचा रंग काळसर होत जातो यामागील शास्त्रीय प्रक्रिया स्पष्ट करा.

प्र. ६) पुढील विधानातील कर्ता ओळखून त्याचे नाव लिहा

(गुण १०)

१. मला चीनचे दुःख असे म्हणतात.
२. शून्य या आकड्याचा जनक मी आहे.
३. वाहनांच्या धावांना (टायर) काळा रंग माझ्यामुळे प्राप्त होतो.
४. फसफसणाऱ्या सर्व शीतपेयात माझे अस्तित्व असते. (रासायनिक सूत्र लिहा)

५. इ.स. मध्ये अणुरचनेचे प्रारूप स्पष्ट करण्यासाठीचा यशस्वी प्रयोग प्रथम मी केला.
६. मी यंत्र नसूनही माझा वापर करून झटपट गुणाकार/भागाकार करता येतो.
७. मी शोधलेल्या एका वैज्ञानिक सिद्धांताची शताब्दी इ.स. २०१५ साली साजरी झाली.
८. अक्षय ऊर्जास्रोतांमध्ये माझ्याकडून सर्वात जास्त ऊर्जा मिळवता येणे शक्य आहे.
९. माझ्यामुळे संधिप्रकाश व सूर्योदय/सूर्यास्त यावेळी लाल रंगाची उधळण दिसते.
१०. मी प्रसिद्ध भारतीय गणिती. पाटणादेवी, जिल्हा जळगाव येथे माझे दीर्घकाळ वास्तव्य होते.

प्र. ७) प्रत्यक्ष प्रयोग करून उत्तरे लिहा

(गुण १५)

१. बाष्पीभूत केलेले पाणी (औषधाच्या दुकानात उपलब्ध) एका वाटीत व साधे पाणी दुसऱ्या वाटीत घ्या. दोन्हीमध्ये एक एक द्राक्ष टाका. थोड्या वेळाने या दोन्ही द्राक्षांत काय फरक आढळतो? कशामुळे?
२. कोमट केलेले पाणी व सामान्य तपमानाचे १० चमचे पाणी एकसारख्या दोन वाट्यांमध्ये घेऊन फ्रीजमध्ये शेजारी शेजारी ठेवा. यातील कोणते पाणी लवकर गोठते? का ते स्पष्ट करा.
३. काडेपेटीतील एक काडी घ्या. दिव्याच्या प्रकाशात तिची सावली भिंतीवर पाडा. आता काडी पेटवा व काडीच्या सावलीचे पुन्हा निरीक्षण करा. या दोन सावल्यांमध्ये कोणता फरक दिसतो? यामागील शास्त्रीय कारण काय?

प्र. ८) निबंध लिहा. डाळ पुराण

(गुण १०)

१. संयुक्त राष्ट्रसंघाने २०१६ हे आंतरराष्ट्रीय डाळ वर्ष म्हणून घोषित केले आहे. कडधान्ये व डाळीतून मिळणारी पोषकद्रव्ये, त्यांचा आपल्या शरीराला होणारा उपयोग, डाळीच्या लागवडीचा पर्यावरण-रक्षणात हातभार, डाळीऐवजी मांसाहार केल्यास होणारे परिणाम याविषयी तुम्हाला असलेली माहिती आणि अनुभवांच्या आधारे डाळ-पुराण लिहा.

संपर्क : मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग.

टिळक स्मारक मंदिर, टिळक रस्ता, पुणे ३०.

संजय नाईक (स्पर्धा समन्वयक) ९४२२५१९४२०, यशवंत घारपुरे (कार्याध्यक्ष) ९८२००२६२६५,
राजेंद्र सराफ (सहकार्याध्यक्ष) ९९२२१८६७६३, संजय मा.क. (कार्यवाह) - ७५८८००३४१९,
नीता शहा (सहकार्यवाह) ९४२२३०२२५६. विपत्ता mavipa.punegmail.com

१०० वर्षांपूर्वी

जगाची अन्नसुरक्षितता

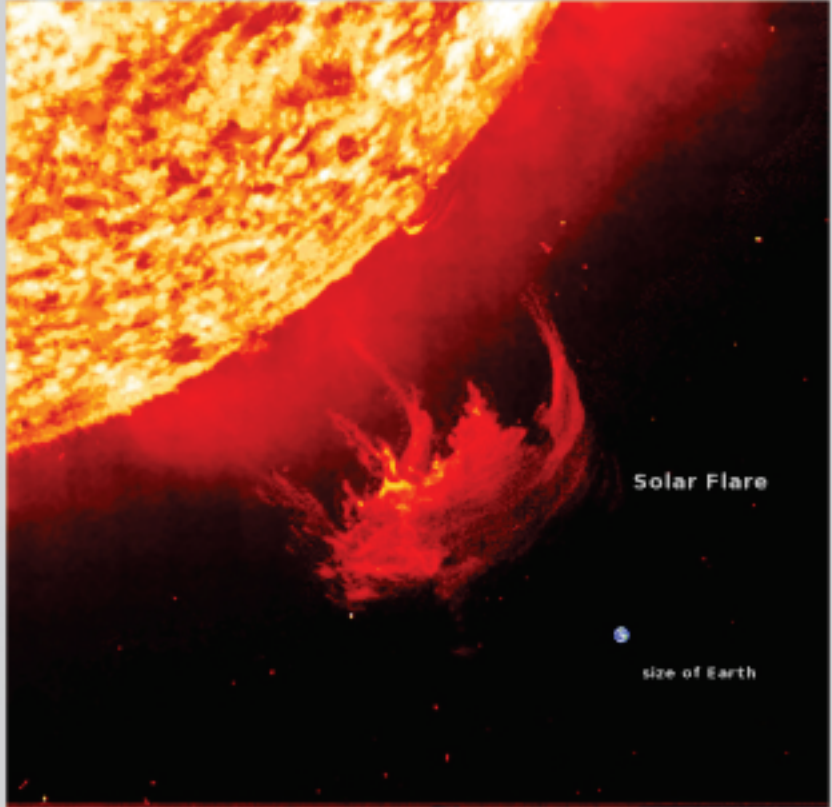
नॅशनल जिओग्राफिकने आज २०१६ साली विशेषांक काढण्यासाठी हा विषय निवडला तरी नवल वाटू नये. लवकरच जगाची लोकसंख्या १०-११ बिलियन होईल, (१०-११ अब्ज / १०००-११०० कोटी) आणि इतक्या सर्व लोकांना योग्य पोषणयुक्त आहार मिळण्याची व्यवस्था निर्माण करणे हे आजचे एक महत्वाचे जागतिक आव्हान आहे. विशेष म्हणजे १९१६ च्या जानेवारीचा नॅशनल जिओग्राफिकचा संपूर्ण अंक याच विषयाला वाहिलेला होता. जगातल्या अन्न पुरवठ्याच्या कोणत्या कोणत्या यंत्रणा अस्तित्वात आहेत, आणि भविष्यात वाढत्या लोकसंख्येची अन्नाची गरज भागवण्यासाठी काय करावे लागेल, याचा सविस्तर ऊहापोह या अंकात केला आहे. भविष्यातील अन्नाचा स्रोत समुद्र असेल, असेही भाकित वर्तवण्यात आले आहे. प्रयोगशाळेत कृत्रिम प्रथिने बनवण्याचे प्रयत्न चालू असून, भविष्यातील पोषणाची गरज या पध्दतीनेही भागवली जाईल, असा एक अंदाजही व्यक्त करण्यात आला आहे.





शेती, फळबागा, दूध व इतर प्राणीजन्य अन्नपदार्थ, इ. च्या तत्कालीन व्यवस्थांचा समग्र आढावा घेणाऱ्या या अंकात नॅशनल जिओग्राफिकच्या परंपरेनुसार काही सुंदर छायाचित्रेही आहेतच. त्यातीलच ही काही छायाचित्रे.

२०१३ मध्ये झालेले सौर वादळ.



असेच एक वादळ १८५९मध्ये झाले होते. रिचर्ड कॅरिंग्टनने सूर्यनिरीक्षण करताना एक स्फोट पहिला. १०वर ९ शून्ये इतक्या अणुबॉम्बची ऊर्जा त्यात होती. ते वादळ रात्री पृथ्वीवर पोचले. टेलिग्राफ यंत्रे बंद पडली, त्यातून शॉक बसले, आगी लागल्या. आकाशाला आग लागल्याचे पार जमैकापर्यंत दिसले. आज असे काही झाले, तर उपग्रह, GPS, वीजजाले सर्व काही जळून - वितळून जाईल.
लेख वाचा - सौरवादळापासून बचाव

शैक्षणिक संदर्भ: डिसें. १५-जाने. २०१६ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहकरबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

